От автора

Предлагаемое пособие предназначено учителям физики, работающим по программе курса физики 8 класса средней общеобразовательной школы. Представленное поурочное планирование соответствует 68-часовой годовой программе.

- Первая часть разработок дается по учебнику **«Физика. 8 класс» А. В. Перышкина (М.: Дрофа).**
- Вторая часть разработок предназначена учителям, работающим по учебнику **«Физика. 8 класс» С. В. Громова, Н. А. Родиной (М.: Просвещение).**

Практические задания (решения задач) адаптированы на «Сборник задач по физике для 7–9 классов» В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой (М.: Просвещение).

Цель данного пособия – оказать методическую помощь учителям в процессе подготовки к уроку, помочь в распределении материала по урокам и его систематизации. Для каждого урока определены: цель, оборудование, вид демонстрационного эксперимента, план изложения нового материала, примерное домашнее задание. В данной книге учитель сможет найти все, что ему необходимо для подготовки к урокам: подробные поурочные разработки, методические советы и рекомендации, разноуровневые контрольные работы по каждому изучаемому разделу, тестовые и проверочные задания. В приложении в конце данного пособия приводится материал для проведения школьной олимпиады по физике.

Пособие имеет автономный характер – в принципе его одного достаточно для квалифицированной подготовки учителя к занятию, однако оно может использоваться и в сочетании с другими учебно-методическими пособиями. Педагог может заимствовать полностью предлагаемые сценарии уроков, либо использовать их частично, встраивая в собственный план урока.

Надеемся, что эта книга не обманет ваших ожиданий и действительно поможет в вашей педагогической деятельности.

I. Поурочные разработки к учебнику А. В. Перышкина

Тематическое планирование к учебнику А. В. Перышкина

Глава I. Тепловые явления (11 ч)

(См. планирование по курсу С. В. Громова, глава 4 «Внутренняя энергия».)

Глава II. Изменение агрегатных состояний вещества (13 ч)

(См. планирование по курсу С. В. Громова, глава 5 «Изменение агрегатных состояний вещества».)

Глава III. Электрические явления (25 ч)

Электризация тел. Два рода зарядов. Взаимодействие заряженных тел. Электрическое поле. Дискретность электрического заряда. Электрон. Строение атомов. Электрический ток. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Электрическая цепь. Электрический ток в металлах. Сила тока. Амперметр. Электрическое напряжение. Вольтметр. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное сопротивление. Реостаты. Виды соединений проводников. Работа и мощность тока. Количество теплоты, выделяемое проводником с током. Счетчик электрической энергии. Лампа накаливания. Электронагревательные приборы. Расчет электроэнергии, потребляемой бытовыми электроприборами. Короткое замыкание. Плавкие предохранители.

Глава IV. Электромагнитные явления (6 ч)

Магнитное поле тока. Электромагниты и их применение. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли. Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель постоянного тока.

Глава V. Световые явления (11 ч)

Источники света. Прямолинейное распространение света. Отражение света. Законы отражения. Плоское зеркало. Преломление света. Линза. Фокусное расстояние линзы. Построение изображений линзы. Построение изображений, даваемых тонкой линзой. Оптическая сила линзы. Оптические приборы. Разложение белого света на цвета. Цвет тел.

Глава I
Внутренняя энергия

Урок 1. Тепловые явления. Температура

Цели: дать понятие теплового движения молекулы; ввести понятие температуры; познакомить учащихся с основными характеристиками тепловых процессов, с тепловым движением как особым видом движения.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

В начале урока следует сделать короткий анализ итогов контрольной работы, обратив внимание учеников на решение наиболее интересных задач.

Если были ошибки в решении качественных задач, можно прокомментировать их решение.

II. Повторение

- Как называются частицы, из которых состоят вещества?
- Какие наблюдения свидетельствуют, что размеры молекул малы?
- Какие явления показывают, что вещества состоят из частиц, разделенных промежутками?
- Как изменяется объем тела при уменьшении или увеличении расстояния между частицами?
- Что такое диффузия?
- Одинаково ли быстро протекает диффузия в газах, жидкостях и в твердых телах?
- Почему твердые тела и жидкости не распадаются на отдельные молекулы?
- Какие явления указывают на то, что молекулы не только притягиваются друг к другу, но и отталкиваются?
- Что вы знаете о молекулах одного и того же вещества?
- Какие три состояния вещества вы знаете?
- Имеются ли различия между молекулами льда, воды, водяного пара?
- Как расположены и как движутся молекулы газа, жидкости и твердые тела?

III. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Определение тепловых явлений.
2. Измерение температуры. Термометр.
3. Тепловое движение.

1. В окружающем мире происходят различные физические явления, которые связаны с нагреванием и охлаждением тел.

Словами «холодный», «теплый», «горячий» указывают на различную степень нагретости тела и говорят о различной температуре. Для объективности измерений температуры были созданы различного рода термометры.

Нетрудно убедиться, что при повышении температуры газа возрастает его давление на стенки сосуда.

Проводится демонстрация: химическая пробирка, закрытая пробкой с индикатором давления, стакан с теплой водой. Пробирка опускается в стакан с теплой водой, давление на индикаторе повышается.

2. Опыт показывает, что в основном все твердые тела и жидкости расширяются при повышении температуры. Таким образом, явление теплового расширения тел тоже может быть использовано для измерения температуры.

В повседневной деятельности мы часто встречаемся с понятиями «холодно», «горячо». Однако ощущение тепла и холода является субъективным фактором. В субъективности теплового ощущения учащиеся могут убедиться на следующих опытах:

а) на столе устанавливают три сосуда с водой: один с горячей водой, второй – с холодной и третий – с теплой. Предлагают одному желающему ученику поместить левую руку в сосуд с горячей водой, а правую – в сосуд с холодной. Через некоторое время предлагают ученику обе руки опустить в сосуд с теплой водой. Ученик сообщает, что теперь правая рука чувствует тепло, а левая – холод, хотя обе руки находятся в одной и той же воде;

б) учитель предлагает учащимся левой рукой дотронуться до деревянного предмета (например, стол, стул), а правой – до металлического. Хотя предметы находятся в классе при одной и той же температуре, левая рука ощущает тепло, правая – холод.

Отсюда делается вывод: ***с помощью ощущений судить о температуре невозможно.***

Первый прибор для объективной оценки температуры был изобретен Галилеем в 1592 г. Термоскоп Галилея был очень чувствителен к изменению температуры. Газовые термометры используются в науке в качестве образцового прибора, по которому градуируются все остальные термометры.

Самое широкое применение на практике приобрели жидкостные термометры, в которых для регистрации температуры используется тепловое расширение жидкости. Чаще всего для этих целей используют ртуть или подкрашенный спирт.

Демонстрируются два термометра, обращают внимание на устройство медицинского термометра, и на диапазон температур. Формулируются правила, обеспечивающие сохранность термометра и правильность измерений.

1) Определить, в каких диапазонах температур можно производить измерения с помощью данного термометра.

2) Определить цену деления шкалы и определить, с какой точностью можно измерить температуру с помощью данного термометра.

Совершенствованием термометров занимались много ученых. Каждый из них создавал свою шкалу. Некоторые из этих шкал широко распространялись, другие, иаоборот, быстро забылись.

В настоящее время в большинстве стран для научных и практических целей используется Международная практическая температурная шкала.

За нуль принимается температура плавления льда при нормальном атмосферном давлении (101,325 Па). Температуре кипения дистиллированной воды при нормальном атмосферном давлении приписывается значение 100 градусов. Шкала делится на 100 равных частей – градусов, каждый градус можно вновь поделить на равные доли.

Во Франции (и до революции в России) применялась шкала Реомюра, предложенная французским естествоиспытателем Р. Реомюром в 1730 г. В Англии и США до сих пор используется шкала Фаренгейта. Кипение воды по шкале Реомюра равно 80 °R, по шкале Фаренгейта 212 °F. Такой произвольный выбор нуля температур существенно усложняет теоретические выводы, приводит к громоздким формулам и ненужным вычислениям.

У. Томсон в 1848 г. (получивший впоследствии за научные заслуги титул лорда Кельвина) предложил ввести новую шкалу температур, которая называется абсолютной. Нулевой уровень –273,15 °С.

Важно отметить, что любое измерение температуры требует времени. Время необходимо для того, чтобы термометр мог войти в состояние теплового равновесия с телом, температуру которого мы измеряем.

Фактически термометр показывает собственную температуру, которая в состоянии теплового равновесия равна температуре тела.

3. Учащимся уже известно, что диффузия при более высокой температуре происходит быстрее. Для доказательства этого факта можно продемонстрировать опыт: опустить два кристаллика медного купороса в стакан с холодной и горячей водой. Во втором стакане скорость диффузии будет выше. Это означает, что скорость движения молекул и температура связаны между собой. Наблюдение за явлением диффузии позволило установить: скорость движения частиц вещества зависит от температуры.

Теплая вода состоит из таких же молекул, как и холодная, разница между ними лишь в скорости движения молекул. Каждая молекула движется по очень сложной траектории.

Беспорядочное движение частиц, из которых состоят тела, называют тепловым движением. В тепловом движении участвуют все молекулы тела.

Вывод: температура – это физическая характеристика состояния вещества, определяемая средней кинетической энергией хаотичного движения частиц вещества. С ростом температуры растет их средняя кинетическая энергия.

Важнейшим понятием тепловых явлений является ***тепловое движение***.

Беспорядочное движение частиц, из которых состоит тело, называется тепловым движением.

Учитель должен обратить внимание учеников на то, что тепловое движение отличается от механического тем, что в нем участвуют очень много частиц и каждая движется беспорядочно.

Тепловое движение никогда не прекращается. Оно может лишь менять интенсивность. Траектория одной молекулы – ломаная линия. Чем больше частиц в веществе, тем более замысловатую форму имеет траектория от-

дельной частицы. Элементарный фрагмент такой ломаной – длина свободного пробега от соударения до соударения одной частицы с другой.

IV. Закрепление изученного

- Как меняется давление газа при изменении его температуры (при постоянном объеме)?
- Как меняются размеры твердых тел и жидкостей при изменении их температуры?
- Что мы понимаем под температурой вещества?
- Сформулируйте правила измерения температуры воды, воздуха.
- Какие температурные шкалы вам известны?
- Какие точки приняты в качестве основных на шкале Цельсия?

Домашнее задание

1. § 1 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 915, 916.
3. Экспериментальное задание (для желающих). В стакан с холодной водой осторожно долить горячей воды. Измерить температуру воды у дна стакана, в середине и у поверхности. Какой можно сделать вывод? Как правильно измерять температуру жидкости?

Урок 2. Внутренняя энергия

Цели: ввести понятие внутреинней энергии как суммы кинетической энергии движения молекул и потенциальной энергии их взаимодействия.

Ход урока

I. Повторенне. Проверка домашнего заданния

При проверке домашнего задания лучше всего разобрать ответы на предложенные вопросы в конце параграфа.

При этом бывает, что по одному вопросу существует несколько мнений. Например, при ответе на вопрос «Мерой чего является температура тела?» вариантами ответа бывают:

«Температура тела определяет меру интенсивности движения молекул».

«Температура тела определяет скорость диффузии в жидкости».

«Температура тела определяет степень нагретости тел».

В сущности, каждый из ответов является справедливым, но не каждый из них физически корректен. Например, говоря о температуре как степени нагретости тел, нужно говорить о том, по какой шкале эта температура измеряется. Наиболее полным и точным, конечно же, является определение температуры через среднюю кинетическую энергию молекул.

Можно задать еще ряд качественных задач, например:

1. Одна молекула кислорода движется в воздухе в данный момент со скоростью 900 м/с, а другая – со скоростью 1200 м/с. Правильно ли будет сказать, что температура второй молекулы выше?

2. Известно, что чем больше скорость движения молекул тела, тем выше его температура. Почему же не нагревается пулька, выстрелянная в тире из пневматического ружья, хотя все ее молекулы движутся к мишени с большой скоростью?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Демонстрация опытов.
2. Определение внутренней энергии тела.
3. Закон сохранения полной энергии.

1. Урок можно начать с демонстрации следующих экспериментов.

Эксперимент 1

Стальной брусок (молоток) падает на наковальню. Обращаем внимание, что в результате удара о плиту изменилось состояние тел.

Эксперимент 2

На наковальню кладем проволоку и ударяем молотком.

Проволока нагрелась и деформировалась. Изменение температуры можно продемонстрировать.

Эксперимент 3

Термопару соединяют с баллистическим гальванометром, ударяют молотком. Отклонение «зайчика» свидетельствует о нагреве в месте удара.

2. Если изменилось состояние тел, то изменилась и энергия частиц, из которых состоят тела. Поскольку молекулы обладают массой и движутся, то они обладают кинетической энергией. Средняя кинетическая энергия молекул тем больше, чем больше масса молекулы и ее средняя скорость.

Чем больше средняя кинетическая энергия частиц, тем выше температура тела.

Так как молекулы взаимодействуют друг с другом, то они обладают и потенциальной энергией. Если частицы находятся на таком расстоянии друг от друга, что силы притяжения между ними равны силам отталкивания, то потенциальная энергия их минимальна. С увеличением или уменьшением расстояния между частицами потенциальная энергия их возрастает.

Суммарную энергию движения и взаимодействия всех частиц, из которых состоит тело, называют ***внутренней энергией***.

В понятие внутренней энергии включают:

а) Суммарную кинетическую энергию поступательного и вращательного движения молекул.

б) Суммарную потенциальную энергию взаимодействия молекул, обусловленную силами взаимодействия.

в) Энергию колебательного движения атомов.

г) Энергию электронных оболочек атомов.

д) Внутриядерную энергию.

е) Энергию электромагнитного излучения, обеспечивающую тепловое равновесие между отдельными участками тела.

На практике нужно знать не абсолютное значение величины энергии, а ее изменение. В тепловых процессах при переходе тела из одного состояния в другое изменение внутренней энергии связано лишь с изменением кинетической и потенциальной энергий частиц. Так как движение никогда не прекращается, то тела всегда обладают внутренней энергией. Следовательно, наряду с механической энергией тела обладают еще и внутренней энергией. Изменение внутренней энергии происходит только за счет энергии других тел.

Объясните опыты:

– Почему при периодическом изгибании железной проволоки тела нагреваются?
– Почему два бруска при трении нагреваются?

Эти примеры иллюстрируют превращение механического движения в тепловое.

Внутренняя энергия обозначается буквой *U*.

Особенностью внутренней энергии является то, что она всегда больше нуля, ведь тепловое движение частиц никогда не прекращается. При этом величина внутренней энергии тела не зависит от механической энергии тела. Например, ядро массой 10 кг летит со скоростью 40 м/с. Температура ядра – 400 °С. Если подобное ядро летит с той же скоростью, имея температуру 100 °С, то их механические энергии на одной высоте одинаковы, а внутренняя энергия больше у первого ядра.

Необходимо обратить внимание учащихся на отличие внутренней энергии от механической энергии тел. Механическая энергия зависит от скорости движения и массы тела, а также от расположения данного тела относительно других тел. Внутренняя же энергия не зависит от скорости движения тела в целом. Она определяется скоростью движения частиц, из которых состоит тело, и их взаимным расположением.

3. Для описания энергетических превращений используют ***закон сохранения энергии***. Он определяет соответствие между изменением механической и внутренней энергии.

Полная энергия, равная сумме механической и внутренней энергии, остается постоянной при всех взаимодействиях.

С другой стороны, этот закон подчеркивает тот факт, что какой-либо вид энергии сам по себе не появляется и не исчезает бесследно. Всегда один вид энергии переходит в другой в равных количествах. Закон сохранения полной энергии был открыт Робертом Майером.

III. Закрепление изученного

В заключение можно задать ученикам несколько вопросов о цепи превращения одних видов энергии в другие при взаимодействии тел.

– Какое движение называют тепловым?
– Что понимают под внутренней энергией?
– В чем различие между механической и внутренней энергией?
– Всегда ли выполняется закон сохранения механической энергии?
– Можно ли увеличить внутреннюю энергию тела, не изменяя характера движения молекул?

– Какие преобразования энергии происходят при падении теннисного мяча на пол?
– Какие превращения энергии происходят при обработке напильником металлической заготовки?

Если класс хорошо подготовлен, можно задать учащимся и более сложные вопросы:

– Верно ли утверждение: при теплообмене энергия всегда передается от тел с большей внутренней энергией к телам с меньшей внутренней энергией?
– По озеру на большой скорости плывет катер. Изменяется ли при этом внутренняя энергия катера, воды в озере? Как? Почему? Объясните.

Домашнее задание

1. § 2 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 920, 921.

Дополнительный материал

Передача энергии в грозу

Когда часть поступающей от Солнца энергии поглощается Землей, то наблюдается увеличение внутренней энергии Земли и соответствующее повышение температуры. Часть этой энергии передается воздуху, соприкасающемуся с Землей. Кинетическая энергия молекул воздуха увеличивается, и в результате число молекул на единицу объема уменьшается, то есть уменьшается плотность воздуха. В итоге воздух поднимается, часть водяного пара в нем конденсируется, и формируются поднимающиеся капли воды. С подъемом молекул соответственно возрастает их потенциальная энергия.

По мере того, как водяные капли движутся через электрическое поле Земли, они заряжаются. Происходит разделение зарядов, и верх облака приобретает заряд, отличный от заряда его нижней части. Между различными частями облака устанавливаются сильные электрические поля, так же как и между низом облака и Землей. Таким образом, происходит накопление и электрической потенциальной энергии.

Рано или поздно энергия высвобождается прохождением электрического разряда, который производит вспышку молнии. Если вспышка молнии происходит между основанием облака и Землей, то она может повредить дома и расколоть деревья. Вспышки молнии сопровождаются раскатами грома вследствие перехода части энергии в звуковую. Потенциальная энергия водяных капель высвобождается в виде кинетической энергии, когда капли выпадают в виде дождя и града. В зависимости от обстоятельств может быть высвобождена значительная кинетическая энергия, которая причинит много вреда. Любой фермер может это засвидетельствовать при осмотре всходов после сильной грозы.

Пока лишь краткое упоминание касалось ветров, сопровождающих бурю. Иногда циркуляция становится очень сильной, и возникают вихри, наносящие большой ущерб. Эти явления более явно проявляются в тропических районах, чем в средней полосе.

Гроза является примером естественного явления, в котором энергия Солнца превращается в другие виды энергии. Оно может рассматриваться как природный генератор: тепловая энергия Солнца превращается в механическую энергию в виде ветра, дождя и так далее. К сожалению, выходом энергии Солнца нельзя управлять. Одним из результатов изучения физики является то, что вы будете глубже пони-

мать, как преобразуется энергия из одного вида в другой, а это даст вам возможность использовать доступные виды энергии и эффективио управлять ею.

Урок 3. Способы изменения внутренней энергин

Цель: рассмотреть способы изменения внутренней энергии.

Демонстрации: опыт по нагреванию жндкости в латунной трубке; опыт по выдавливанию пробки из сосуда при помощи воздушного насоса.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Тема предыдущего урока органично связана с новой темой, и поэтому повторение материала не только позволит определить уровень усвоения материала, но и станет органичным переходом к новой теме.

Дополнительно к вопросам по изученному параграфу можно задать и такие, которые заставят учащихся глубже задуматься над содержанием основных понятий и явлений, например:

- Может ли тело, обладая внутренней энергией, не иметь механическую энергию? Приведите примеры.
- Может ли тело иметь механическую энергию, но не иметь внутренней?
- Всегда ли выполняется закон сохранения механической энергии? Полной энергии?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Демонстрация опытов.
2. Механическая работа как причина измеиения внутренней энергии.
3. Изменение внутренней энергии путем теплообмена.

1. Освещение нового материала логично начать с показа опыта по нагреванию эфира в латунной трубке при помощи суровой нити или прочной тканевой ленты. При этом не следует допускать вылета пробки из отверстия. Касаясь стенок трубки, легко заметить, что температура эфира увеличилась. Следовательно, при нагревании тела внутренняя энергия молекул увеличивается.

2. Данный опыт показывает, что внутреннюю энергию можно увеличить за счет *совершения механической работы* над телом.

Именно такой способ добычи огня использовали наши предки. За счет трения при быстром вращении сухой кусок дерева нагревался более чем на 250 °С, и загорался.

Говоря о возможности увеличения внутренней энергии за счет совершения работы, следует особо отметить, что существует и обратный процесс. Если тело само совершает работу, то при этом его внутренняя энергия уменьшается.

Подкрепляя данный тезис, можно показать опыт, описанный и проиллюстрированный в учебнике на с. 9. Появление тумана в сосуде в момент вылета пробки указывает на уменьшение температуры воздуха. Следовательно, воздух совершил работу по выталкиванию пробки за счет своей внутренней энергии.

3. Есть еще один способ изменения внутренней энергии.

Нагревание чашки, в которую налили горячую воду, камня, брошенного в огонь – все это увеличивает внутреннюю энергию тел. Работа при этом не совершается.

Изменение внутренней энергии тел без совершения над телами работы, называется ***теплопередачей***.

Физика этого процесса проста. При взаимодействии молекул горячей воды с молекулами стенок холодной чашки молекулы воды при ударах передают часть своей кинетической энергии. При этом скорость молекул чашки увеличивается, а скорость молекул воды падает.

Как только температуры чашки и воды станут равными, теплообмен прекращается.

Следует обратить внимание на тот факт, что при теплопередаче (теплообмене) энергия всегда передается от горячего тела к холодному, то есть от тела с высокой температурой к телу с низкой температурой. Обратный процесс сам собой никогда не происходит.

Чтобы количественно оценивать изменение внутренней энергии, вводят понятие ***количества теплоты*** (Q).

Та энергия, которую тело отдает или получает в результате теплообмена, называется количеством теплоты.

Очевидно, что Q измеряется, как и энергия, в джоулях:

$$[Q] = \text{Дж}.$$

III. Итог урока

Подводя итог уроку, необходимо сделать вывод о том, что существует два способа изменения внутренней энергии:

а) за счет совершения механической работы;

б) за счет теплообмена.

Эти способы равноправны. Мы никогда не можем угадать, за счет чего увеличилась температура тела. Это может быть и результат теплообмена, и результат совершения работы над телом.

Таким образом, изменение внутренней энергии тела всегда происходит за счет энергии других тел: либо при теплопередаче (за счет изменения внутренней энергии), либо при совершении работы (за счет механической энергии).

Домашнее задание

1. § 3 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задание 1, с. 10
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 929, 934.

Урок 4. Виды теплопередачи

Цели: ознакомить учащихся с видами теплообмена; научить их объяснять тепловые явления на основании молекулярно-кинетической теории.

Демонстрации: перемещение тепла по спицам из различных металлов; вращение вертушки над горящей лампой; нагревание раствора медного купороса в колбе; взаимодействие источника излучения с теплоприемником.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

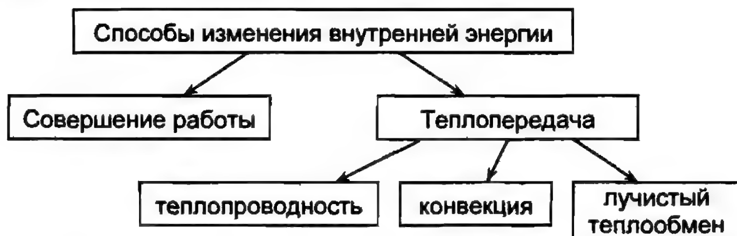
Перед началом урока можно провести проверку выполнения домашнего задания. При этом один из учеников может ответить на вопросы в конце параграфа, а другой описать итог экспериментальной работы. При этом все неточности должны фиксироваться, причем не столько учителем, сколько учениками, которые принимают активное участие в работе.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Теплопроводность.
2. Явление конвекции в жидкостях и газах.
3. Излучение.

Учащиеся уже знают, что внутреннюю энергию можно изменить двумя способами: путем совершения работы и путем теплообмена. Изменение внутренней энергии посредством теплообмена может производиться по-разному. Различают три вида теплообмена:



1. Теплообмен посредством теплопроводности.

Теплопроводность – такой тип теплообмена, когда тепло перемещается от более нагретых участков тела к менее нагретым вследствие теплового движения молекул.

Очевидно, что этот перенос энергии требует определенного времени.

Подготовив установку, чуть-чуть модифицированную по сравнению с той, что представлена на с. 11 учебника, ставим опыт, который показывает, что по разным материалам тепло перемещается с разной скоростью (рис. 1).

Для опыта необходимо взять два стержня одинаковой геометрии из меди и железа. На равных расстояниях по длине стержней укрепить кнопки на воске и свободные концы стержней начать нагревать от спиртовки.

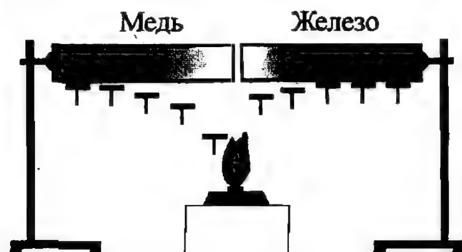


Рис. 1



Рис. 2

Легко заметить, что первыми кнопки начнут падать с медного стержня. То есть тепло быстрее перемещается по медному стержню.

Можно провести и еще один опыт: на деревянный цилиндр накалывается ряд кнопок, и цилиндр обертывается одним слоем бумаги (рис. 2). При кратковременном помещении цилиндра в пламя горелки происходит неравномерное обугливание бумаги.

Учитель задает вопрос:

– Почему бумага, прилегающая к кнопкам, обуглилась меньше?

Сразу можно акцентировать внимание учащихся на физическом содержании процесса. У пламени горелки молекулы, получив избыток энергии, начинают совершать колебания с большей амплитудой, передавая часть энергии при соударениях с соседними слоями.

Особенность теплопроводности в том, что само вещество не перемещается. Ясно, что чем меньше расстояние между молекулами, тем с большей скоростью идет перенос тепла.

Все кристаллы имеют очень хорошую теплопроводность. И наоборот, те вещества, в которых расстояния между молекулами большие – плохие проводники тепла. Это – различные породы древесины, строительный кирпич, в котором есть поры, заполненные воздухом, различные газы. Плохая теплопроводность у шерсти и меха, так как между ворсинками также много воздуха. Именно наличие меха позволяет отдельным животным переносить зимнюю стужу.

2. Под ***конвекцией*** понимают перенос энергии струями жидкости или газа.

Включив лампу накаливания с отражателем и подставив над лампой бумажную вертушку, мы замечаем, что она начинает вращаться (этот опыт проиллюстрирован в учебнике на с. 14). Объяснение этому факту может быть одно: холодный воздух при нагревании у лампы становится теплым и поднимается вверх. При этом вертушка вращается.

Плотность горячего воздуха или жидкости меньше, чем холодного, поэтому нагрев производят снизу. При этом конвекционные потоки теплой жидкости поднимаются вверх, а на их место опускается холодная жидкость.

На опыте по нагреванию пробирки с водой, на дно которой опущены кристаллики медного купороса, мы замечаем голубые «змейки», которые поднимаются вверх.

Замечено, что жидкость можно нагреть и при нагревании ее сверху, но это – длительный процесс. В данном случае нагрев происходит не за счет конвекции, а за счет теплопроводности.

Система отопления помещений основана именно на перемещении конвекционных потоков теплого и холодного воздуха: постоянное перемешивание воздуха приводит к выравниванию температуры по всему объему помещения.

Очевидно, что главным отличием конвекции от теплопроводности является то, что ***при конвекции происходит перенос вещества***, имеющего большую внутреннюю энергию, а при теплопроводности вещество не переносится.

Холодные и теплые морские и океанские течения – примеры конвекции.

3. Под лучистым теплообменом, или просто ***излучением***, понимают перенос энергии в виде электромагнитных волн. Любое нагретое тело является источником излучения.

Этот вид теплообмена отличается тем, что может происходить и в вакууме. Ведь солнечная энергия доходит до Земли.

Если поставить опыт, описанный и проиллюстрированный в учебнике на с. 89, мы можем убедиться в том, что от излучателя лучистая энергия попадает на теплоприемник, и нагретый в колене манометра воздух увеличивает свое давление. Если темную мембрану теплоприемника заменить на зеркальную, то степень поглощения лучистой энергии станет заметно меньше, что видно по малому перепаду уровней жидкости в коленах манометра.

Темные тела не только лучше поглощают энергию, но и лучше ее отдают в окружающую среду. Два одинаковых тела, нагретые до одной температуры, остывают по-разному, если у них разный цвет поверхности. Способность светлых тел хорошо отражать лучистую энергию используют при строительстве самолетов; крыши высотных зданий в жарких странах также красят в светлые тона.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления изученного материла можно провести в конце урока краткий опрос-беседу по следующим вопросам:

– Приведите примеры, какие вещества имеют наибольшую и наименьшую теплопроводность?
– Объясните, как и почему происходит перемещение воздуха над нагретой лампой.
– Почему конвекция невозможна в твердых телах?
– Приведите примеры, показывающие, что тела с темной поверхностью больше нагреваются излучением, чем со светлой.

Домашнее задание

1. § 4–6 учебника.

2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады о применении теплопередачи в природе и технике. Примерными темами докладов могут быть: «Значение видов теплопередачи в авиации и при полетах в космос», «Виды теплопередачи в быту», «Теплопередача в атмосфере», «Учет и использование видов теплопередачи в сельском хозяйстве» и др.
3. Упражнения 1–3.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 956, 960, 970, 979.

Дополнительный материал

Конвекция

С явлением конвекции связаны процессы горообразования. В первом приближении земной шар можно рассматривать как систему, состоящую из трех концентрических слоев. Внутри находится массивное ядро, состоящее в основном из металлов в виде очень плотной жидкой массы. Ядро окружают полужидкая мантия и литосфера. Самый верхний слой литосферы – земная кора.

Литосфера состоит из отдельных плит, которые плавают на поверхности мантии. Вследствие неравномерного разогрева отдельных участков мантии, а также разной плотности горных пород в различных участках мантии в ней возникают конвективные потоки. Они вызывают перемещения литосферных плит, несущих континенты и ложа океанов.

Там, где плиты расходятся, возникают океанские впадины. В других местах, где плиты сталкиваются, образуются горные массивы. Скорость перемещения конвективных потоков в мантии очень мала. Соответственно и плит 2–3 см в год. Однако за геологические эпохи плиты могут перемещаться на сотни и тысячи километров.

Чем же вызвана столь большая теплопроводность металлов, которая в сотни и тысячи раз больше, чем у изоляторов? Дело, очевидно, в структуре металлов, в особенностях металлической связи.

В самом деле, если бы теплопроводность металлов определялась только колебаниями частиц в узлах кристаллической решетки, то она бы не отличалась от теплопроводности изоляторов. Но в металлах есть еще множество свободных электронов – электронный газ, который и обеспечивает их высокую теплопроводность.

В участке металла с высокой температурой часть электронов приобретает большую кинетическую энергию. Так как масса электронов очень мала, то они легко проскакивают десятки промежутков между ионами. Говорят, что у электронов большая длина свободного пробега. Сталкиваясь с ионами, находящимися в более холодных слоях металла, электроны передают им избыток своей энергии, что приводит к повышению температуры этих слоев.

Чем больше длина свободного пробега электронов, тем больше теплопроводность. Именно поэтому у чистых металлов, где в кристаллической решетке дефектов относительно мало, теплопроводность велика. У сплавов, где дефектов решетки гораздо больше, длина свободного пробега меньше, соответственно меньше и теплопроводность.

Урок 5. Примеры теплообмена в природе и технике

Цели: углубить знания учащихся о видах теплообмена и их роли в природе и технике; рассмотреть примеры использования видов теплообмена в различных областях человеческой деятельности.

Демонстрации: работа термоса; работа вертушки над поверхностью горячей воды; рисунки, слайды, таблицы по примерам теплопередачи в природе и технике.

Ход урока

I. Повторение изученного. Проверка домашнего задания

Проверку усвоения пройденного материла можно провести как в виде тестирования (см. раздел «Проверочные тесты» в конце данного пособия), так и в виде самостоятельной работы.

Самостоятельную работу можно провести дифференцированно – подготовить карточки с заданиями четырех уровней сложности, например:

Уровень 1

1. Почему ручки кранов у баков с горячей водой делают деревянными?
2. Какие из перечисленных ниже веществ обладают хорошей теплопроводностью: медь, воздух, алюминий, вода, стекло, водяной пар?

Уровень 2

1. Что стынет быстрее: стакан компота или стакан киселя? Почему?
2. Обыкновенный или пористый кирпич обеспечит лучшую теплоизоляцию здания? Почему?

Уровень 3

1. Будет ли гореть свеча на борту космического орбитального комплекса?
2. Зачем на нефтебазах баки для хранения топлива красят «серебряной» краской?
3. Почему термосы изготавливают круглого, а не квадратного сечения?

Уровень 4

1. Какие тела – твердые, жидкие или газообразные – обладают лучшей теплопроводностью?
2. Когда парусным судам удобнее входить в гавань – днем или ночью?
3. Почему самая высокая температура воздуха не в полдень, а после полудня?
4. Почему тонкая полиэтиленовая пленка предохраняет растения от ночного холода?

Повторение можно провести и по вопросам учебника к изученному параграфу, добавив к ним несколько более интересных:

- При какой температуре и металл, и дерево будут казаться одинаково нагретыми?
- Почему форточки для проветривания комнаты помещают в верхней части окна?
- Почему снег в городе тает быстрее, чем в поле?
- Почему в низинах растения чаще гибнут от заморозков, чем на возвышенностях?
- Почему зимой в доме, где рамы двойные, теплее, чем в доме с однократным застеклением?

- Почему эскимосы зимой смазывают лицо жиром?
- В каком из двух сосудов закипит быстрее вода? Один сосуд светлый, а другой закопченный.
- Согласны ли вы с утверждением, что шуба «греет»?

II. Изучение нового материала

Материал урока связан с определением места изученных ранее явлений в нашей жизни, поэтому объяснение можно построить на привлечении различного дополнительного материала, который повысит познавательную деятельность учеников.

Говоря о конвекционных эффектах, можно привести в качестве примера ветры, которые постоянно дуют в земной атмосфере. Именно перенос ветрами огромной энергии, либо наоборот, приводит к заметному изменению погоды в данном регионе. Побережье любого теплого моря зимой всегда имеет более высокую среднюю температуру, чем материковые области, которые могут находиться южнее. Пример. Побережье Мурманской области и центральная Сибирь. Существование теплых и холодных морских течений – тоже примеры конвекционных явлений.

Часто можно в зоне промышленных предприятий увидеть высокие трубы из кирпича. Они служат для создания хорошей тяги. Теплый газ или дым легче холодного воздуха, и поэтому он поднимается вверх. Чем больше перепад давления внизу и вверху трубы, тем лучше тяга. Поэтому трубы и делают высокими. Ясно, что из двух труб одинаковой высоты лучшая тяга будет у кирпичной, нежели у металлической. Горячий воздух в металлической трубе остывает при подъеме быстрее, отчего тяга уменьшается.

Особое место занимает возможность отопления многоквартирных домов. Принцип отопления связан с циркуляцией горячей воды по трубам. Источником горячей воды являются котельные и ТЭЦ. Вода, циркулируя по трубам, отдает часть тепла, охлаждается, затем снова идет на нагрев в ТЭЦ. Любые изменения давления в системе регулируют при помощи расширительных баков.

В быту часто используют термосы. Они служат для сохранения горячей жидкости длительное время. Впрочем, в термосах также можно долго хранить и холодную жидкость. Основным элементом любого термоса является рабочий сосуд с двойными стенками, между которыми глубокое разрежение. Это – сосуд Дьюара. Английский ученый Джеймс Дьюар в конце XIX века изобрел такой сосуд. Чтобы исключить влияние излучения изнутри и снаружи, стенки сосуда делают зеркальными.

Можно в качестве примера провести опыт: налить в открытый сосуд и термос равные порции воды, нагретой до 70 °С. Затем, через 10–20 минут, измерить температуру в обоих сосудах. Ясно, что в термосе температура изменится очень слабо, а в открытом сосуде – заметно.

По ходу объяснения материала заранее подготовленные учащиеся делают сообщения по теме, остальные – дополняют, исправляют ответы.

III. Закрепление

Если в конце урока остается время, можно с целью закрепления изученного материала коллективно обсудить ряд качественных задач, например:

- Какой из видов теплопередачи играет основную роль в нагревании воды в чайнике?
- Человек греется у костра. Какой из трех видов теплопередачи играет главную роль в передаче тепла от костра к человеку?
- Почему не падают облака?
- Стакан наполовину заполнен кипятком. В каком из двух случаев получится менее горячая вода: а) если подождать 5 мин, а затем долить в стакан холодную воду; б) если сразу долить холодную воду, а затем подождать 5 мин?
- Когда тяга в трубах лучше – зимой или летом? Почему?
- На севере меховые шапки носят, защищаясь от холода, а на юге – от жары. Объясните целесообразность этого.
- Почему от закрытого окна, даже если оно плотно закрыто, дует (особенно зимой)?

Домашнее задание

1. § 4–6 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 965, 976, 981.

Урок 6. Расчет изменения внутренней энергии

Цели: определить аналитическое соотношение в определении изменения внутренней энергии.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно провести в виде фронтального опроса по вопросам к §§ 4–6. Также необходимо разобрать решения домашних задач.

Ученики, которые подготовили доклады к предыдущему уроку, но не успели рассказать, делают свои сообщения.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Расчет изменения внутренней энергии.
2. Первый закон термодинамики.

1. Основным содержанием нового материала является определение способа расчета изменения внутренней энергии тел. Именно изменение внутренней энергии лучше характеризует поведение системы, чем конкретное значение этой энергии.

Обозначим изменение внутренней энергии через ΔU («дельта U»).

Под изменением внутренней энергии будем понимать разность между конечным и начальным значением энергии:

$$\Delta U = U_2 - U_1 .$$

Очевидно, что если $\Delta U > 0$, то внутренняя энергия увеличивается, если $\Delta U < 0$, то энергия уменьшается.

В общем случае изменение ΔU может происходить либо в результате теплообмена, либо в результате совершения над системой работы.

Если внешние силы совершили работу A над системой, то:

$$\Delta U = A .$$

Если при теплообмене система получила количество теплоты Q, то:

$$\Delta U = Q .$$

Часто сама система совершает работу. Тогда:

$$A_C = -A .$$

Если система отдает при теплообмене количество теплоты Q_C, то внутренняя энергия системы уменьшается, то есть:

$$-\Delta U = Q_C .$$

2. Для общего случая можно записать:

$$\Delta U = A + Q .$$

Изменение внутренней энергии системы равно работе внешних сил над системой и количеству теплоты, полученному системой.

Данное выражение называют ***первым законом термодинамики***.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления изученного материала можно коллективно обсудить несколько качественных вопросов и задач по теме, например:

- Почему при работе пила нагревается?
- Приведите примеры превращения механической энергии во внутреннюю и наоборот.
- Частыми ударами молотка можно разогреть кусок металла. На что расходуется эта механическая энергия?
- Опишите превращения энергии, которые будут происходить при падении на пол пластилинового шарика.
- Троллейбус затормозил и остановился. В какой вид энергии превратилась кинетическая энергия троллейбуса?
- Стеклянный и оловянный шары падают с одинаковой высоты. Какой шар в результате падения нагреется сильнее?

Домашнее задание

1. § 7 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1007, 1008, 1010.

Урок 7. Удельная теплоемкость

Цели: ввести и выяснить физический смысл удельной теплоемкости.

Демонстрации: нагревание жидкостей на двух горелках.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания будет достаточным, если два ученика ответят на вопросы в конце § 7. При этом в работе должен участвовать весь класс, так как ответы могут быть *неполными или не совсем точными*.

Например, отвечая на вопрос, в каком случае изменение внутренней энергии положительно, а в каком отрицательно, нужно проанализировать выражение:

$$\Delta U = A + Q.$$

В зависимости от того, как соотносятся величины отданных или полученных Q и A, изменение внутренней энергии может быть как $\Delta U > 0$, так и $\Delta U < 0$.

Во всех случаях, когда система получает количество теплоты, и над ней совершают работу, $\Delta U > 0$. Если система отдает тепло и сама совершает работу, то $\Delta U < 0$.

Может быть, что система получает тепло, одновременно совершая работу, или наоборот. В этом случае изменение ΔU определяется соотношением между Q и $A_С$, а также $Q_С$ и A.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Понятие удельной теплоемкости.
2. Удельная теплоемкость различных веществ.
3. Теплоемкость тела.

1. Прежде чем перейти к рассмотрению нового материала желательно продемонстрировать опыт по нагреванию воды и масла на одинаковых по мощности спиртовках. При этом исходные массы воды и масла, а также их температуры, должны быть равны.

Опыт достаточно наглядный, и даже за 3–5 минут нагревания все замечают, что температура масла повысилась больше, чем у воды. Следовательно, строение вещества или род вещества определяет отношение вещества к поглощению энергии извне.

Таким образом, для нагревания одинаковых масс различных веществ требуется разное количество теплоты. Естественно, что нагревание производится в одинаковом диапазоне изменения температуры Δt, где

$$\Delta t = t_1 - t_0.$$

Это свойство веществ определяется ***удельной теплоемкостью*** вещества (с).

Под удельной теплоемкостью понимают физическую величину c, которая численно равна количеству теплоты, которое необходимо для нагревания вещества массы 1 кг на 1 °С.

Таким образом, размерность удельной теплоемкости:

$$[c] = \frac{Дж}{кг \cdot °C}.$$

2. Значение удельной теплоемкости вещества – табличная величина. Например, для воды $c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$. Это значит, что для нагревания 1 кг воды на 1 °С нужно передать воде 4200 Дж тепла.

Большинство значений удельной теплоемкости вещества определено экспериментально.

Значение удельной теплоемкости зависит не только от рода вещества, но и от его агрегатного состояния. Если вода при нормальных условиях имеет теплоемкость $c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$, то лед уже имеет $c_л = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$, а водяной пар – другое значение.

Таким образом, удельная теплоемкость зависит от характера движения и расположения молекул в веществе.

Можно обратить внимание учащихся на то, что для воды значение удельной теплоемкости очень велико. То есть для нагревания воды требуется очень много тепла. При понижении температуры окружающей среды вода остывает медленно, отдавая в окружающую среду также много тепла. В результате, наличие больших водоемов (озера, моря) влияет на климат в данном районе.

3. Иногда используют еще одну характеристику, которая называется ***теплоемкостью тела*** (c^*).

Под теплоемкостью тела понимают то количество теплоты, которое необходимо для нагревания тела на 1° С.

$$[c^*] = \frac{Дж}{°C}.$$

Скажем, теплоемкость медного сосуда равна $c^* = 800$ Дж/°С. Это значит, что для нагревания сосуда на 1 °С нужно затратить 800 Дж тепла. По таблице можно найти, что удельная теплоемкость меди равна 400 Дж/кг·°С. Следовательно, масса медного сосуда равна 2 кг.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно обсудить с классом ряд вопросов и задач по изученной теме, например:

– Удельная теплоемкость свинца равна 130 Дж/(кг·°С). Что это означает?
– Почему близость водоемов влияет на температуру воздуха?
– Что нужно знать, чтобы вычислить количество теплоты, отданное телом при остывании?
– Какое количество теплоты необходимо для нагревания на 1 °С одного килограмма алюминия? Воды? Ртути?
– Что эффективнее использовать в качестве грелки – 2 кг воды или 2 кг песка при той же температуре?

Домашнее задание

1. § 8 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 933, 1003, 1004, 1030.

Дополнительный материал

Теплоемкость – это величина, характеризующая одно из тепловых свойств тела. Она показывает, какое количество теплоты нужно подвести к телу или отвести от него, чтобы изменить его температуру (соответственно, повысить или понизить ее) на один градус. Отнесенную к единице массы, ее называют удельной теплоемкостью. Все это хорошо вам знакомо. Но причем тут слово «емкость»? Ведь им обычно пользуются, когда говорят об объеме какого-нибудь сосуда, точнее – о его вместимости.

Термин «теплоемкость» появился в физике более 200 лет назад, во второй половине XVIII в., и он остался в физике как память о тех кажущихся теперь странными представлениях о тепле, холоде, температуре, которые существовали тогда в науке.

Начиная с XVII века, в физике шла борьба двух представлений о природе теплоты. Борьба эта закончилась сравнительно недавно – в середине прошлого столетия; в результате одна из теорий теплоты была отброшена полностью, а вторая восторжествовала лишь частично.

Первая теория (точнее было бы сказать – гипотеза) состояла в том, что теплота – это особое вещество, способное проникать в любое тело. Чем больше этого вещества в теле, тем выше его температура. Опытным фактором, на котором основывалось это представление, служило то, что при контакте двух по-разному нагретых тел более теплое из них охлаждается, а более холодное нагревается. Дело, в самом деле, выглядит так, как будто бы нечто переливается из более теплого тела в более холодное. Это нечто, своего рода тепловое вещество, называли по-разному, но чаще всего – теплородом. Считалось, что всякое тело представляет собой смесь вещества самого тела с теплородом, а температура, измеряемая термометром, характеризует концентрацию теплорода в теле. Слово «температура» по-латыни как раз и означает смесь. Бронза, например, называлась температурой (смесью) меди и олова.

Вторая теория (гипотеза), впервые предложенная в начале XVII века английским ученым Бэконом, утверждала, что теплота – это движение малых частиц внутри тела (молекул, атомов, или, как тогда говорили, нечувствительных частиц). Эта гипотеза тоже основывалась на опытных наблюдениях, показывающих, например, что движением можно вызвать нагревание. У этой теории было много сторонников, и даже очень знаменитых – Декарт, Бойль, Гук, Ломоносов.

Обе теории при всем их различии имели и кое-что общее. И та, и другая сходились на том, что теплота – это нечто, содержащееся в теле. По первой гипотезе, в теле содержится теплород, по второй – частицы с их «живой силой» (так тогда называли кинетическую энергию). Сходились они и в том, что теплота не пропадает и не появляется: если при контакте двух тел одно из них теряет теплоту, то другое получает ее, так что потерянное одним тепло приобретается другим. Тем не менее, подавляющее большинство исследователей вплоть до XIX века придерживались первой, так сказать, вещественной теории теплоты, и XVIII век был, безусловно, веком торжества именно этого представления о теплоте.

Чем же закончился спор о природе теплоты? Какая из двух гипотез победила? Работы, связанные с теплоемкостью, да и другие тепловые исследования XVIII века спора решить не могли. Понадобились эксперименты, которые показали, что температура тепла может повышаться и без подвода теплоты – за счет механической работы. Понадобилось получить и более подробные сведения об атомах и молекулах («нечувствительных частицах»), которых «подозревали» в причастности к теплоте.

Все это было сделано в XIX веке. В результате выяснилось, что теория теплорода не имеет никакого отношения к действительности и что теплота действительно связана с движением частиц внутри тел, но не так, как это себе представляли раньше. То, что «содержится» внутри тел, – это не теплота, а внутренняя энергия (то есть кинетическая энергия поступательного беспорядочного движения частиц – которая и определяет температуру тела, кинетическая энергия вращательного и колебательного движения частиц, а также потенциальная энергия их взаимодействия). Теплота же – это энергия беспорядочного движения частиц тела, передаваемая (например, при контакте) другому телу, или тела. Уравнение

$$c_1m_1(t - t_1) - c_2m_2(t_2 - t),$$

в частности, не выражает, как думали прежде, закон сохранения количества теплоты (такого закона нет!). Это просто частный случай закона сохранения энергии для тепловых процессов (то есть первого закона термодинамики) $Q = \Delta U + A$. Оно справедливо, когда сама система или внешние силы над системой не совершают механической работы ($A = Q$), а изменение внутренней энергии системы (ΔU) непосредственно связано с процессом теплопередачи (с количеством теплоты Q).

Урок 8. Расчет количества теплоты, необходимого для нагревания тела и выделяемого им при охлаждении

Цель: определение способа расчета количества теплоты при теплообмене тел.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания можно, подготовив ряд вопросов, выслушать ответы учащихся по желанию. Наиболее полные ответы можно отметить. Примерными вопросами в контроле знаний могут быть:

- Что такое удельная теплоемкость? Теплоемкость тела?
- Удельная теплоемкость вещества равна 920 Дж/кг·°С. Что это значит?
- Может ли теплоемкость тела быть больше удельной теплоемкости? Меньше удельной теплоемкости? Приведите примеры.
- Почему водоемы замерзают медленно? Почему с рек и особенно озер долго не сходит лед, хотя давно стоит теплая погода?
- Какой из двух одинаковых по массе кусков быстрее нагреется на 2 °С: железный или медный?
- Почему на Черноморском побережье Кавказа даже зимой достаточно тепло?
- Почему многие металлы остывают значительно быстрее воды?

II. Изучение нового материала

Новый материал связан, прежде всего, с выводом рабочих формул, которые часто используются при решении задач, поэтому важно, чтобы учащиеся очень хорошо усвоили содержание и смысл полученных соотношений.

1. Ранее мы показали, что для нагревания 1 кг вещества на 1 °С требуется количество теплоты, численно равное значению удельной теплоемкости.

Для нагревания 1 кг алюминия на 1 °С, например, необходимо $Q = 920$ Дж. Следовательно, Q зависит от c: чем больше c, тем больше Q.

Итак,

$$Q \sim c.$$

2. Совершенно очевидно, что если тело нагреть на $\Delta t = 1$ °С и на $\Delta t = 3$ °С, то потребуется разное количество теплоты. Причем отношение $Q_2 / Q_1 = 3$. Следовательно, чем больше разность температуры в нагреве тел, тем больше нужно затратить энергии.

То есть:

$$Q \sim (t_1 - t_0) \sim \Delta t,$$

где t_1 – конечная температура, t_0 – начальная температура.

3. На простом опыте по нагреванию разных масс воды от 5 °С до 10 °С легко заметить разное время нагрева и, следовательно, разное значение получаемой энергии. Чем больше масса тела, тем большее количество теплоты нужно для нагревания.

Следовательно:

$$Q \sim m.$$

Если свести вместе все три полученных соотношения, можно получить основное выражение для расчета количества теплоты при теплообмене:

$$Q = cm(t_1 - t_0) = cm\Delta t.$$

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, или выделяемое им при охлаждении, прямо пропорционально произведению удельной теплоемкости на массу тела и на разность конечной и начальной температур.

Вполне очевидно, что если происходил нагрев тела, то $\Delta t = t_1 - t_0 > 0$ и $Q > 0$. То есть тело получает тепло.

Если тело остывает, то $t_1 < t_0$ и $\Delta t < 0$ и $Q < 0$. Это указывает на то, что тело отдает в окружающую среду количество теплоты Q.

Следует помнить, что если для нагревания тела массой m с удельной теплоемкостью c на $\Delta t = t_1 - t_0$ нужно $Q = cm(t_1 - t_0)$, то ровно столько же выделяется тепла при охлаждении тела от t_1 до t_0.

II. Решение задач

Оставшееся на уроке время желательно посвятить решению задач по изученной теме.

Задача 1

Определить, какое количество теплоты необходимо сообщить куску свинца массой 2 кг для его нагревания на 10 °С.

Дано:	**Решение:**
$m = 2$ кг	По таблице находим для свинца: $c = 140\frac{Дж}{кг\cdot°C}$.
$c = 140\frac{Дж}{кг\cdot°C}$	
$\Delta t = 10$ °C	Тогда: $Q = cm\Delta t = 140\frac{Дж}{кг\cdot°C}\cdot 2кг\cdot 10°C = 2800$ Дж.
$Q = ?$	

(*Ответ:* $Q = 2800$ Дж.)

Задача 2

Какое количество теплоты отдает 5 л воды при охлаждении с 50 °С до 10 °С?

Дано:	**Решение:**
$V = 5$ л	Так как плотность воды $\rho = 1000$ кг/м^3,
$c = 4200\frac{Дж}{кг\cdot°C}$	то масса воды равна:
	$m = \rho V = 10^3$ кг/м$^3 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$ м$^3 = 5$ кг.
$t_0 = 50$ °С	$Q = cm(t_1 - t_0) = 4200\frac{Дж}{кг\cdot°C}\cdot 5\ кг\cdot(1°C - 50°C) = -840$ кДж.
$t_1 = 10$ °С	
$Q = ?$	

(*Ответ:* $Q = -840$ кДж.)

Знак «–» в ответе указывает на то, что вода отдает тепло.

Домашнее задание

1. § 9 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Упражнения 4 (учебник, с. 25).
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1007–1009, 1021.

Урок 9. Решение задач

Цели: отработка практических навыков при решении задач; развитие навыков устного счета.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно провести по вопросам учебника к § 35. Далее разбирается решение домашних задач.

II. Повторение изученного. Решение качественных задач

Повторение материала по изученной теме можно провести в процессе решения качественных задач, например:

1. Почему в пустынях днем жарко, а ночью температура падает ниже 0 °С?
2. По куску свинца и куску стали той же массы ударили молотком одинаковое число раз. Какой кусок нагрелся больше? Почему?
3. Почему железные печи скорее нагревают комнату, чем кирпичные, но не так долго остаются теплыми?

4. Медной и стальной гирькам одинаковой массы передали равные количества теплоты. У какой гирьки температура изменится сильнее?

5. На что расходуется больше энергии: на нагревание воды или на нагревание алюминиевой кастрюли, если их массы одинаковы?

III. Решение расчетных задач

Целесообразно, если первые две задачи будут решены у доски с возможным коллективным обсуждением. Это позволит определять правильные подходы в рассуждениях и оформлении решения.

Задача 1

При нагревании куска меди от 20 °С до 170 °С было затрачено 140000 Дж тепла. Определить массу меди.

Дано:	**Решение:**
$t_0 = 20$ °С $t_1 = 170$ °С $c = 400 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$ $Q = 140000$ Дж	Так как $Q = cm(t_1 - t_0)$, то $m = \dfrac{Q}{c(t_1 - t_0)} = \dfrac{140000\ \text{Дж}}{400 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}} \cdot 150^\circ\text{C}} = 2{,}33$ кг.
$m = ?$	

(*Ответ:* $m = 2{,}33$ кг.)

Задача 2

Чему равна удельная теплоемкость жидкости, если для нагревания 2 л ее на 20 °С потребовалось 150000 Дж. Плотность жидкости 1,5 г/см^3.

Дано:	**Решение:**
$\rho = 1{,}5$ г/см^3 $Q = 150000$ Дж $V = 2$ л $\Delta t = 20$ °С	$\rho = 1{,}5$ г/см$^3 = 1{,}5 \cdot 10^{-3} : 10^{-6}$ кг/м$^3 = 1500$ кг/м^3. $m = \rho V = 1500$ кг/м$^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}$ м$^3 = 3$ кг. Так как $Q = cm\Delta t$, то: $c = \dfrac{Q}{m \cdot \Delta t} = \dfrac{150000\ \text{Дж}}{3\ \text{кг} \cdot 20^\circ C} = 2500 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$.
$c = ?$	

(*Ответ:* $c = 2500 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$.)

Далее для самостоятельного решения учащимся можно предложить следующие задачи:

Задача 3

Два медных шара массами m_0 и $4m_0$ нагревают так, что оба шара получают одинаковое количество теплоты. При этом больший шар нагрелся на 5 °С. Насколько нагрелся шар меньшей массы?

Задача 4

Какое количество теплоты выделяется при охлаждении 4 м^3 льда от –10 °С до –40 °С?

Задача 5

В каком случае потребуется для нагревания двух веществ большее количество теплоты, если нагрев двух веществ одинаков $\Delta t_1 = \Delta t_2$? Первое вещество – кирпич массы 2 кг и $c = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$, и латунь – масса 2 кг и $c = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ\text{C}}$.

Задача 6

Стальной брусок массой 4 кг нагрели. При этом было затрачено 200000 Дж тепла. Определите конечную температуру тела, если начальная температура равна $t_0 = 10$ °C.

При самостоятельном решении задач у учеников, это естественно, возникают вопросы. Наиболее часто задаваемые вопросы можно разобрать коллективно. На те вопросы, которые носят частный характер, лучше давать индивидуальные ответы.

Домашнее задание

1. Повторить § 7–9 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1024, 1025, 1027.

Урок 10. Повторение и обобщение пройденного. Самостоятельная работа

Цель: углубить и систематизировать знания учащихся о количестве теплоты и удельной теплоемкости вещества.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

II. Повторение и обобщение изученного

Первую половину урока можно посвятить повторению основных положений и понятий, связанных с расчетом изменения внутренней энергии тел. Особое внимание следует обратить на то, что в известном выражении $\Delta U = Q + A$, в зависимости от соотношения знаков Q и A, внутренняя энергия может меняться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

В качестве примера можно привести следующую задачу:

Задача 1

Определить изменение внутренней энергии тела, если над ним была совершена работа 400 Дж, а при теплообмене тело отдало другим телам 500 Дж.

Решение: так как $\Delta U = Q_1 + A$, то с учетом, что $Q_1 = -Q$, получим:

$$\Delta U = A - Q = -100 \text{ Дж}.$$

Внутренняя энергия, таким образом, уменьшилась на 100 Дж.

Далее нужно показать, что расчет количества теплоты, которое тело получает или отдает при теплообмене, можно определить либо по формуле

$$Q = cm(t_1 - t_0) = cm\Delta t,$$

либо по формуле:

$$Q = c^*(t_1 - t_0) = c^*\Delta t,$$

где c^* – теплоемкость тела.

Ясно, что для тела данной массы полученное и отданное количество теплоты будет одинаковым, если изменение температуры произошло в одинаковом диапазоне $\Delta t_1 = \Delta t_2$. Значит, $Q_1 = -Q_2$. Знак «–» указывает на то, что тело отдает тепло.

Задача 2

Теплоемкость тела равна 400 Дж/°С. При нагревании оно получило 8 кДж тепла. Определить изменение температуры тела.

Решение:

$$Q = c^*\Delta t,$$

откуда $\Delta t = \dfrac{Q}{c^*} = \dfrac{8000 \text{ Дж}}{400 \text{ Дж/°C}} = 20 \text{°C}$.

II. Самостоятельная работа

Самостоятельную работу можно провести дифференцированно: учитель заранее подготавливает карточки с заданиями четырех уровней сложности. При этом, предлагая тот или иной уровень сложности заданий, необходимо учитывать мнение и желание самих учащихся.

Уровень 1

1. Что потребует большего количества теплоты для нагревания на 1 °С: стакан воды или бидон воды?
2. Чугунную деталь массой 1 кг нагрели на 1 °С. На сколько увеличилась при этом внутренняя энергия детали?

Уровень 2

1. Каким количеством теплоты можно нагреть 0,3 кг воды от 12 °С до 20 °С?
2. Слиток серебра массой 120 г при остывании от 66 °С до 16 °С передал окружающей среде 1,5 кДж теплоты. Как велика удельная теплоемкость серебра?

Уровень 3

1. В каком случае горячая вода в стакане охладится больше: если в него опустить серебряную или алюминиевую ложку той же массы? Ответ обоснуйте.
2. Кусок льда был нагрет от –40 °С до –10 °С. При этом было затрачено 21 кДж тепла. Определите массу льда.

Уровень 4

1. Определите массу свинцовой болванки, если она при охлаждении от 20° С до 10 °С отдала 26 кДж.
2. Внутренняя энергия тела увеличилась на 40 кДж. При этом тело получило 50 кДж тепла. Какую работу совершили в этом процессе?

Урок 11. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива

Цели: сформировать понятие об энергии топлива; рассмотреть физические основы горения веществ; обеспечить понимание учащимися физической сути удельной теплоты сгорания топлива.

Демонстрации: образцы различных видов топлива; нагревание воды при сгорании сухого горючего (или газа) в горелке.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока можно посвятить проверке качества усвоения материала. С этой целью учитель может провести письменную проверочную работу по карточкам с разноуровневыми заданиями.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Процесс горения.
2. Удельная теплота сгорания.
3. Расчет количества теплоты при сгорании топлива.

1. Переходя к объяснению нового материала, следует особое внимание уделить физическим основам горения. В сущности, гореть могут любые вещества. Все определяется начальными условиями.

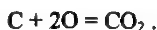
Если нефть, бензин, уголь – углеводородсодержащие вещества – горят с выделением тепла, то, скажем, кусок железа тоже можно сжечь при высокой начальной температуре и с большим количеством кислорода.

Во всех случаях горение – окислительно-восстановительный процесс. Но в одних случаях он идет с выделением тепла, а в других – с поглощением энергии.

Энергия при горении вещества выделяется тогда, когда суммарная кинетическая энергия молекул после горения выше, чем у молекул до начала процесса горения. В этом случае говорят, что такое вещество называют топливом.

К наиболее распространенным видам топлива можно отнести нефть, природный газ, каменный уголь, торф, древесину и другие вещества. Все эти вещества содержат атомы углерода.

Именно эти атомы в соединении с кислородом образуют углекислый газ:



$$C + 2O = CO_2 .$$

При этом суммарная кинетическая энергия молекул углекислого газа выше, чем суммарная энергия атомов углерода и кислорода. В зависимости от вида топлива количество теплоты, выделяемое при сгорании, различное.

2. Количество теплоты, выделяемое при сгорании, обычно характеризуют ***удельной теплотой сгорания*** (q).

То количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг, называется удельной теплотой сгорания топлива.

$$[q] = \text{Дж/кг}.$$

Различные вещества имеют различные значения q. Например, для нефти $q = 4{,}4 \cdot 10^7$ Дж/кг, а для торфа $q = 1{,}4 \cdot 10^7$ Дж/кг.

q – табличная величина (таблица 13 учебника).

Теперь можно понять, что при изменении внутренней энергии тел без совершения работы энергия берется либо при теплообмене, либо за счет поглощения энергии при сгорании топлива.

3. Зная удельную теплоту сгорания топлива, легко рассчитать количество теплоты, которое выделяется при сгорании топлива массы m. Чем больше масса сгоревшего топлива, тем больше выделяемое количество теплоты.

$$Q = q \cdot m.$$

Таким образом, ***для определения количества теплоты, выделившегося при сгорании топлива, нужно удельную теплоту сгорания умножить на массу топлива.***

III. Решение задач

Оставшуюся часть урока желательно посвятить решению задач по теме:

Задача 1

Определите количество теплоты, выделившееся при сгорании 200 г бензина.

Дано:	Решение:
$m = 200$ г	$m = 200$ г $= 0{,}2$ кг.
$q = 4{,}6 \cdot 10^7$ Дж/кг	По таблице находим для бензина: $q = 4{,}6 \cdot 10^7$ Дж/кг.
$Q = ?$	$Q = q \cdot m = 4{,}6 \cdot 10^7$ Дж/кг $\cdot\ 0{,}2$ кг $= 9{,}2 \cdot 10^6$ Дж.

(*Ответ:* $Q = 9{,}2 \cdot 10^6$ Дж.)

Задача 2

При сгорании спирта выделилось $1{,}35 \cdot 10^6$ Дж тепла. Чему равна масса сгоревшего спирта?

Дано:	Решение:
$Q = 1{,}35 \cdot 10^6$ Дж	$Q = q \cdot m$, следовательно: $m = Q / q$,
$q = 2{,}7 \cdot 10^7$ Дж/кг	
$m = ?$	$m = \dfrac{Q}{q} = \dfrac{1{,}35 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{2{,}7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}} = 5 \cdot 10^{-2}$ кг $= 50$ г.

(*Ответ:* $m = 50$ г.)

Домашнее задание

1. § 10 учебника; вопросы и задания к параграфу.

2. Упражнения 5.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1035–1039.

Урок 12. Закон сохранения внутренней энергии и уравнение теплового баланса

Цели: выяснить физическое содержание закона сохранения энергии для тепловых процессов; вывести уравнение теплового баланса.

Демонстрации: смешивание холодной и горячей воды в термосе.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

Начало урока можно посвятить краткому анализу итогов контрольной работы. Часто ошибки и неточности в контрольной связаны с неправильным переводом величин в систему СИ; непониманием, почему в расчетах количество теплоты получается со знаком «–» и так далее

Если по той или иной задаче в контрольной работе было много неверных решений, есть смысл привести подробное решение у доски. Это могут сделать те ученики, которые сумели справиться с задачей.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Закон сохранения энергии в тепловых процессах.
2. Уравнение теплового баланса.
3. Калориметр.

1. Приступая к изложению нового материала, можно заметить, что среди законов физики есть такие, которые очень широко применяются в описании поведения тех или иных систем. Закон сохранения энергии в тепловых процессах принадлежит к таким законам.

Ранее уже было получено выражение вида:

$$\Delta U = Q + A .$$

Чтобы понять смысл этого выражения, важно прежде всего определить рамки его применения. Данное соотношение справедливо для ***изолированных*** систем.

Система называется ***изолированной***, если теплообмен и совершаемая работа происходят только между телами данной системы.

Для такой системы изменение внутренней энергии всегда равно нулю:

$$\Delta U = 0.$$

При этом суммарная работа в системе тоже равна нулю:

$$A = 0.$$

Равно нулю и суммарное количество отданного и полученного телами тепла:

$$Q = 0.$$

Для любой изолированной системы при любых изменениях внутри нее внутренняя энергия остается неизменной.

То есть $U = const$, или $\Delta U = 0$.

Это – закон сохранения энергии в тепловых процессах. Он косвенно подтверждает невозможность остановки теплового движения.

2. Как можно применять этот закон?

Если привести в соприкосновение два тела разной температуры $t_1 > t_2$, то, во-первых, теплообмен будет протекать до тех пор, пока температуры тел не сравняются, и, во-вторых, первое тело будет передавать тепла $Q_{отд}$ ровно столько, сколько второе тело получит.

Таким образом, из закона сохранения тепловой энергии получим:

$$Q_{отд} = |Q_{пол}|.$$

Это соотношение называют ***уравнением теплового баланса***.

Критерием истинности является практика. Поэтому, используя термос, смешаем фиксированные массы горячей и холодной воды с заданными температурами. Затем, минуты через две, измерим температуру смеси θ.

После этого, используя уравнение теплового баланса, рассчитаем температуру смеси:

Пусть m_1 – масса горячей воды, m_2 – масса холодной воды, тогда:

$m_1 = 0{,}2$ кг

$t_1 = 70$ °C

$m_2 = 0{,}1$ кг

$t_2 = 10$ °C

Используя $Q_{отд} = Q_{пол}$, получим:

$$\not{c}m_1(t_1 - \theta) = \not{c}m_2(\theta - t_2)$$

$$0{,}2 \cdot 70 - 0{,}2\theta = 0{,}1\theta - 0{,}1 \cdot 10.$$

Откуда $\theta = 50$ °C.

Затем, сравнивая измеренное значение θ с рассчитанным, мы убеждаемся, что $\theta_{изм} \approx \theta_{расч}$.

3. Обычно при проведении лабораторных работ пользуются более простыми приборами, которые называют ***калориметрами***. Калориметр – это два цилиндрических сосуда с разными диаметрами (рис. 3). Между их дном и стенками – воздушный зазор, который уменьшает теплоотдачу в окружающую среду.

Калориметр назван по единице измерения количества теплоты в старой системе измерений.

1 калория – количество теплоты, необходимое для нагревания 1 г воды на 1 °C. Легко найти связь между 1 кал и 1 Дж:

$$Q = cm\Delta t = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot 0{,}001 \text{ кг} \cdot 1 \text{ °C} = 4{,}2 \text{ Дж}.$$

Таким образом:

$$1 \text{ кал} = 4{,}2 \text{ Дж},$$

$$1 \text{ ккал} = 4200 \text{ Дж}.$$

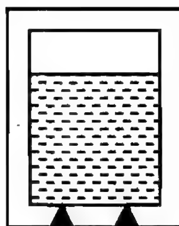


Рис. 3

III. Закрепление изученного

С целью закрепления изученного материала можно коллективно обсудить решение нескольких качественных задач по теме, например:

- Докажите, что ветряные мельницы (двигатели) работают за счет энергии солнечных лучей.
- Стальной шарик равномерно падает в касторовом масле. Совершается ли при этом работа? Какие превращения энергии при этом происходят?
- Изменяется ли потенциальная энергия медного шара, лежащего на горизонтально расположенной поверхности стола, если повысить его температуру?
- Со дна водоема всплывает пузырек воздуха. Совершает ли воздух работу?

Домашнее задание

Повторить § 11 учебника; Упражнение 6.

Урок 13. Лабораторная работа № 1 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры»

Цель: отработка практических навыков в работе с физическим оборудованием.

Ход урока

I. Повторение изученного. Проверка домашнего задания

После проверки выполнения решенных дома задач и прослушивания ответов к § 36 учитель может задать классу еще ряд вопросов для повторения изученного, например:

- Приведите примеры превращения механической энергии во внутреннюю и внутренней в механическую.
- Приведите примеры перехода энергии от одного тела к другому.
- Какой опыт показывает, что при переходе внутренней энергии от одного тела к другому ее значение сохраняется?

II. Лабораторная работа

Перед началом работы следует коротко познакомить учеников с правилами техники безопасности. В работе используется стекло, термометры и

горячая вода, поэтому для исключения ожогов температура горячей воды должна быть не выше 60 °С.

Если при работе используются ртутные термометры, то после проведения измерения температуры, термометры сразу убирают в футляр. Рабочее положение измерительных цилиндров – горизонтальное.

Проведение работы должно быть достаточно мобильным. Это уменьшит погрешности при проведении расчетов. Показания термометров можно снимать через 15–20 с после начала измерения температуры. Этого времени достаточно для установления теплового равновесия «термометр-жидкость».

Так как работа связана с применением измерительных приборов, то перед проведением измерений нужно определить и записать в тетради цену деления измерительного цилиндра и термометра. Обычно для школьных приборов $Ц_V = 1$ см^3/дел, а $Ц_t = 1$ °С/дел.

Основное содержание работы – проверка закона сохранения тепловой энергии в замкнутой системе.

При этом количество тепла, отданного горячей водой при смешивании с холодной, должно быть равно количеству тепла, полученного холодной водой:

$$Q_{отд} = Q_{пол}.$$

$$cm_1(t_1 - \theta) = cm_2(\theta - t_2),$$

где m_1 – масса горячей воды, t_1 – начальная температура горячей воды, m_2 – масса холодной воды, t_2 – начальная температура холодной воды, θ – температура смеси. Но на практике у большинства учеников при правильных расчетах $Q_{отд} \neq Q_{пол}$.

Следовательно, в выводах по работе необходимо отметить те причины, которые приводят к нарушению равенства $Q_{отд} = Q_{пол}$.

Если в школьной лаборатории не хватает оборудования, можно разбить класс на две группы. Сначала одна группа проводит непосредственно работу, а вторая – решает одну-две простые задачи по теме. Затем группы меняются местами. Объем данной работы позволяет организовать работу таким образом.

Задача 1

Как изменится температура 200 г воды, если в воду опустить медный шарик массой 50 г, нагретый до температуры 150 °С. Начальная температура воды – 10 °С.

Задача 2

В каком случае вода в сосуде нагреется до большей температуры: если в нее опустить железный шар, нагретый до температуры 100 °С, или алюминиевый, нагретый до той же температуры? Массы шаров одинаковы.

Домашнее задание

1. Повторить § 7–9, 11 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1026, 1031.

Вариант урока 13. Решение экспериментальных задач

Цели: отработка практических навыков в работе с физическим оборудованием; решение экспериментальных задач.

Класс делится на несколько групп, каждая получает задание. Наиболее подготовленная работает без инструктажа.

Задание 1

Предел измерения термометра равен 50 °С. Разработайте способ измерения температуры воды в сосуде, если температура превышает этот предел.

Возможное решение.

В сосуд с горячей водой погружают тело известной удельной теплоемкостью. После нагревания его переносят в калориметр с холодной водой. Используя уравнение теплового баланса, рассчитывают первоначальную температуру тела, то есть температуру воды в сосуде.

Результат проверяется контрольным термометром и делается вывод.

Задание 2

В пробирку примерно на треть объема насыпана свинцовая дробь, а одна треть пробирки занята водой. В другой такой же пробирке налита одна вода до того же уровня, что и первая. В какой пробирке вода закипит быстрее?

Рекомендации.

Лучше нагревать обе пробирки одновременно на спиртовках, дающих одинаковое пламя. При этом быстрота подвода количества теплоты к каждой пробирке одинаковая. При решении сопоставляются удельные теплоемкости, а также плотности воды и свинца. Проводится теоретический анализ.

Задание 3

Изучить принцип действия термоса. Провести опыт, иллюстрирующий зависимость скорости утечки теплоты со временем через стенки термоса. Как изменится график, если использовать вместо термоса банку.

Рекомендации.

В термос заливают кипяток (соблюдайте осторожность). Измеряют температуру жидкости через 10 мин, 15 мин, 30 мин и строят график зависимости температуры от времени.

Затем в банку заливают такой же массы и начальной температуры воду. И повторяют измерения воды через те же промежутки времени. Вычерчивают новый график той же зависимости и сопоставляют ход графиков, объясняя их отличие.

Задание 4

В стакан с горячей водой опущены две пробирки, одна с песком, другая с древесными опилками. Используя термометры и секундомер, сравните теплопроводность песка и опилок. Древесных опилок в рыхлом и уплотненном состоянии.

Задание 5

Имея спиртовку и два одинаковых парафиновых шарика, проверить зависимость скорости передачи тепла от нагретой пластины к не нагретой от площади из соприкосновения. Построить график данной зависимости.

Урок 14. Контрольная работа № 1 «Внутренняя энергия»

Цели: оценить знания, умения и навыки учащихся по теме «Внутренняя энергия».

Уровень 1

Вариант I

1. Какое из приведенных тел обладает большей внутренней энергией: 1 л воды при 20 °С или 1 л воды при 100 °С?
2. Объясните, почему батареи отопления ставят обычно внизу под окнами, а не вверху?
3. Продукты положили в холодильник. Как изменилась их внутренняя энергия?

Вариант II

1. Какие из перечисленных явлений относятся к механическим, а какие – к тепловым: а) падение тела на землю; б) испарение воды; в) движение автомобиля; г) нагревание спутника при спуске в плотных слоях атмосферы?
2. Из какой посуды удобнее пить горячий чай: из алюминиевой кружки или фарфоровой чашки? Почему?
3. В каком случае можно получить большее количество теплоты: сжигая 1 кг дров или 1 кг торфа?

Уровень 2

Вариант I

1. Почему не получают ожога, если кратковременно касаются горячего утюга мокрым пальцем?
2. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 1 кг стали на 2 °С?

3. При полном сгорании сухих дров выделилось 50 МДж энергии. Какая масса дров сгорела?

Вариант II

1. Что быстрее остынет: стакан компота или стакан киселя? Почему?
2. Рассчитайте количество теплоты, необходимое для нагревания алюминиевой ложки массой 50 г от 20 °С до 90 °С.
3. Какое количество теплоты выделяется при полном сгорании керосина объемом 5 л?

Уровень 3

Вариант I

1. Почему 100-градусный пар обжигает сильнее воды такой же температуры?
2. На сколько градусов Цельсия нагреются 3 кг воды, если вся теплота, выделившаяся при полном сгорании 10 г спирта, пошла на ее нагревание?
3. На сколько градусов должна остыть кирпичная печь массой 1,5 т, чтобы нагреть воздух в комнате объемом 50 $м^3$ от 8 °С до 18 °С?

Вариант II

1. На вершине горы высотой 4000 м вода закипает при температуре 86 °С. Объясните это.
2. Сколько воды можно нагреть от 10 °С до 60 °С, если на ее нагревание пошла половина энергии, полученной в результате сгорания 40 кг каменного угля?
3. Сколько кипятка нужно долить в сосуд, содержащий 2 кг воды при температуре 35 °С, чтобы температура в сосуде увеличилась до 65 °С?

Уровень 4

Вариант I

1. В чашку налили горячий кофе. Что надо сделать, чтобы кофе остыл быстрее: налить в него молоко сразу или спустя некоторое время?
2. В 200 г воды при 20 °С помещают 300 г железа при 10 °С и 400 г меди при 25 °С. Найдите установившуюся температуру.
3. Сколько воды можно нагреть от 20 °С до 70 °С, используя теплоту, выделившуюся при полном сгорании 0,42 кг сухих дров?

Вариант II

1. Почему реки и озера нагреваются солнечными лучами медленнее, чем суша?

2. В холодную воду массой 300 г, имеющую температуру 10 °С, опускают нагретый в кипящей воде медный брусок массой 1 кг. Какой станет температура воды?
3. Сколько дров необходимо сжечь для того, чтобы нагреть 50 л воды в железном котле массой 10 кг от 15 °С до 65 °С? Потерями тепла пренебречь.

Вариант урока 14.
Урок-конкурс умников и умниц «Тепловые явления»

Цели: обобщить, повторить материал по теме «Тепловые явления»; развить устную речь учащихся; развить коммуникативные способности.

Ход урока

I. Вступительное слово учителя

II. Правила игры

Организаторы (2–3 ученика во главе с учителем) готовят:

- Ордена «умников» по числу вопросов;
- Дорожки трех цветов (с клетками – квадратамн);
- Вопросы и задания.

Красная дорожка состоит из двух квадратов, желтая – из трех, зеленая – из четырех.

Выявляем троих «умников». Учащиеся отвечают на «отборочные» вопросы. За полный и правильный ответ ученик получает орден «умника». Три владельца наибольшего числа орденов разыгрывают дорожки. Особенности дорожек:

- на красной дорожке – игрок не должен ошибаться, ему задают всего один вопрос;
- на желтой дорожке – должен верно ответить на один из двух предложенных вопросов, он имеет право на одну ошибку;
- на зеленой дорожке игрок должен ответить правильно хотя бы на один из трех вопросов.

Игрок первым прошедший свою дорожку становится «умником» и садится на «трон». Оставшиеся два игрока присоединяются к «теоретикам». Далее игра идет между умниками.

Участнники игры получают оценки в журнал.

Отборочные вопросы

1. Если в летний солнечный день измерить температуру голой почвы и находящейся неподалеку почвы, покрытой растениями, то окажется, что голая почва нагрета сильнее. Но если же в этих местах измерить температуру почвы ночью, то, наоборот, почва под растениями будет иметь более высокую температуру, чем голая. Объясните почему. (*Растения задержи-*

вают значительную часть солнечных лучей, поэтому почва под ними днем нагревается меньше, чем голая почва. Ночью, когда температура воздуха существенно понижается, растения предохраняют почву от интенсивного излучения и она охлаждается не так сильно, как голая.)

2. Почему в холодных помещениях у нас зябнут прежде всего ноги? (*Холодный воздух более тяжелый и поэтому всегда находится у пола.*)

3. Ящерицы и некоторые другие мелкие животные, обитающие в пустынях, в самое жаркое время дня часто забираются на верхушки кустарников. Почему? (*В жаркое время дня песок в пустынях так сильно нагревается, что даже на высоте пяти сантиметров от его поверхности температура бывает ниже на несколько градусов.*)

4. Даже в тихую погоду, когда ветер не шевелит листьев, осина не остается в покое. Ее листочки все время дрожат. Почему? (*Даже в самую тихую погоду над землей движутся вертикальные потоки воздуха. Теплые струи поднимаются вверх, холодные опускаются. Листья осины, имеющие тонкие длинные черешки, чувствительны к самым незначительным перемещениям воздуха.*)

5. В стихотворении А. С. Пушкина «Кавказ» есть такие слова: «Орел, с отдаленной поднявшись вершины, парит неподвижно со мной наравне». Объясните, почему орлы, ястребы, коршуны и другие крупные птицы, парящие высоко в небе, могут держаться на одной высоте, не взмахивая при этом крыльями. (*Нагретый у земли воздух поднимается на значительную высоту. Эти теплые потоки воздуха ударяются снизу в распростертые крылья птицы и поддерживают ее.*)

6. Каким образом киты, моржи, тюлени, живущие в воде с вечно плавающими льдами, постоянно сохраняют высокую температуру тела (38–40 °С)? (*У этих животных существует подкожный жировой слой, который препятствует быстрой потере тепла (жир, как известно, относится к плохим проводникам тепла).*)

7. Почему северные олени не замерзают даже в большой мороз? Что защищает их от холода? (*Оказывается, у оленя надувная шерсть, пустотелые шерстинки наполнены воздухом. Поскольку воздух плохо проводит тепло, то такая шерсть хорошо защищает оленя от холода.*)

8. Почему утки и другие водоплавающие птицы могут долгое время находиться в холодной воде и при этом не переохлаждаются? (*Грудь и брюшко, то есть части тела, которые бывают погружены в воду, покрыты у утки густым пухом, который сверху плотно прикрыт перьями, защищающими пух от воды. Благодаря пуховому покрову тело утки окружено слоем теплого воздуха и не соприкасается непосредственно с холодной водой. Сохранению тепла помогает также подкожный слой жира, который у водоплавающих птиц развит сильнее, чем у сухопутных.*)

9. С какой целью кусты малины в северных районах пригибают на зиму к земле? (*Снежный покров предохраняет малину от вымерзания.*)

10. Чем можно объяснить, что некоторые виды птиц (тетерева, глухари, рябчики, куропатки и др.) зарываются в снежные сугробы и там проводят иногда по нескольку суток? (*Снег является плохим проводником тепла, поэтому снежный покров во время больших морозов и метелей защищает птиц от замерзания.*)

11. Какова нормальная температура тела человека и домашних животных? (*Температура тела здорового человека 36,6 °С. Независимо от климатических условий и места обитания температура тела здоровых животных и птиц должна быть следующая: лошади – 38 °С, коровы – 38,5–39,5 °С, курицы и индейки – 41 °С, утки и гуся – 41,5 °С.*)

12. Почему утки в сильный мороз охотно лезут в воду? (*Температура воды в сильный мороз значительно выше температуры окружающего воздуха, поэтому в воде птица будет охлаждаться меньше, чем на воздухе.*)

13. Зимой на сильном ветру нам гораздо холоднее, чем в затишье. Будет ли при этом разница в показаниях температур? (*И на ветру и в затишье показания термометра будут одинаковы, так как температура воздуха одна и та же, но человеку теплее в затишье потому, что слой воздуха, прилегающий непосредственно к телу, нагревается его теплом и предохраняет от дальнейшего охлаждения. При ветре же такой слой удержаться не может и холодный воздух все время обтекает кожу, сильно охлаждая ее.*)

14. Как греются в мороз дикие утки? (*Утки ныряют в полынью ко дну водоема. Там температура воды держится около +4°С.*)

Вопросы для определения дорожки

1. Почему у полярных лисиц уши значительно меньше, чем у лисиц, живущих в умеренном климате. (*Объясняется это тем, что уши у лисиц являются органами, отводящими тепло от тела животного. Так как на севере необходимо уменьшить теплоотдачу, то в процессе биологического отбора наиболее приспособились к жизни в условиях Крайнего Севера лисицы с меньшими ушами.*)

2. Почему опасна для растений гололедица? (*Лед по сравнению со снегом примерно в 20 раз лучше проводит тепло, поэтому под ледяной коркой растения вымерзают.*)

Вопросы для состязания умников

• Для игрока на красной дорожке:

1. Простейший парник – это плотно сколоченный ящик, в который насыпана земля. Одна сторона заклеена. Солнечные лучи одинаково нагрева-

ют парник и окружающую его землю. Однако температура в парнике будет значительно выше, чем температура вне его. Откуда же берется дополнительное тепло? (*Лучи Солнца почти не нагревают атмосферу. Они поглощаются поверхностью земли, а затем земля излучает тепловые невидимые лучи, которые нагревают воздух. Солнечные лучи, проходя через стекло, нагревают землю. Для инфракрасных лучей, испускаемых землей, стекло мало проницаемо. Кроме того, стекло препятствует испарению воды из почвы и тем самым задерживает теплоту, которая затрачивается на испарение.*)

• **Для игрока на желтой дорожке:**

1. Путники суровой зимой разожгли костер. Над костром устроили примитивный полог: натянули кусок парусины, чтобы он задерживал тепло и отбрасывал его вниз, – способ, хорошо известный людям которые учатся физике у природы. Почему теплый воздух поднимается вверх? (*Теплый воздух имеет меньшую по сравнению с окружающим воздухом плотность. Под действием архимедовой силы он поднимается вверх.*)

2. Перед тем как взлететь, ночная бабочка довольно долго подрагивает крылышками. Почему? (*Бабочка «разогревается», подобно спортсмену, делающему разминку перед стартом. Часть совершаемой ею механической работы идет на увеличение внутренней энергии.*)

• **Для игрока на зеленой дорожке:**

1. Предшественница электрической лампочки – керосиновая лампа – временами коптила, поэтому над ней на потолке образовывалось черное пятно. Но и над светильником с электрической лампой иногда возникает черное пятно на потолке. Неужели электрические лампы коптят? (*Электрическая лампочка нагревает окружающий воздух. Возникает конвекционный поток вверх, содержащиеся в воздухе пылинки прилипают к потолку, образуя пятно над лампой.*)

2. В трудных условиях приходится работать сталеварам, имеющим дело с расплавленным металлом. Его горячее дыхание буквально обжигает человека. Казалось бы, что для облегчения условий труда костюмы должны изготавливаются из материалов с низкой теплопроводностью. Между тем на самом деле спецодежда металлургов часто покрывается тонким слоем металла – великолепного проводника тепла. С какой целью так поступают? (*Передача тепла от раскаленного металла к человеку происходит главным образом через излучение. Максимум энергии излучения при температуре металла несут инфракрасные лучи, которые, как и вообще электромагнитные волны, очень сильно отражаются металлами.*)

3. На коробке лежит папироса. Она дымится с обоих концов. Но дым, выходящий через мундштук, опускается вниз, между тем как с другой стороны он вьется вверх. Почему? (*Да, дым один и тот же, но над тлеющим*

концом папиросы имеется восходящее течение нагретого воздуха. Воздух же, проходящий вместе с дымом через мундштук, успевает охладится и не увлекается уже вверх, а так как частицы дыма сами по себе тяжелее воздуха, то они и опускаются вниз.)

III. Подведение итогов

Награждение победителей. Учитель выставляет оценки за урок.

Глава II
Изменение агрегатных состояний вещества

Урок 15. Агрегатные состояния вещества

Цель: изучить физические особенности в строении и свойствах различных веществ.

Демонстрации: модели кристаллических решеток; наблюдение за процессами испарения, плавления и кристаллизации; набор кристаллических и аморфных тел.

Ход урока

I. Анализ результатов контрольной работы

Перед началом изучения новой темы необходимо провести краткий анализ результатов контрольной работы, обсудить наиболее типичные ошибки, рассмотреть решения некоторых задач у доски.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Три агрегатных состояния вещества.
> 2. Виды перехода из одного агрегатного состояния в другое.

1. Изложение нового материала следует начать с демонстрации простейшего опыта. В прозрачном сосуде с водой плавают кусочки льда, и сосуд плотно закрыт крышкой.

Очевидно, что температура смеси примерно равна 0 °С. То есть возможна такая ситуация, когда вещество одновременно находится в твердом, жидком и газообразном состоянии.

Любое вещество, состоящее из атомов или молекул, может находиться в одном из трех агрегатных состояний: а) твердом; б) жидком или в) газообразном.

- Что же отличает одно агрегатное состояние вещества от другого?
- Каковы особенности молекулярного строения газов, жидкостей и твердых тел? (*Прежде чем продолжить объяснение, желательно выслушать мнения учащихся.*)

На примере моделей кристаллических решеток видно, что в твердом состоянии положение молекул упорядочено. Они не могут свободно перемещаться по телу.

Молекулы жидкости не имеют такой структуры в расположении, силы взаимодействия у них меньше, чем у молекул твердых тел, и поэтому даже под действием небольших внешних сил они легко перемещаются. Жидкости обладают текучестью.

Молекулы газа еще слабее связаны друг с другом, и поэтому перемещаются по всему объему с большими скоростями. При этом они часто сталкиваются друг с другом. Это можно наблюдать на примере распространения запаха духов по комнате.

Делается вывод: во-первых, в разных агрегатных состояниях расположение атомов и молекул различно; во-вторых, внутренняя энергия одинаковых масс твердого тела, жидкости и газа при одинаковых температурах различна.

В ознакомительном плане можно рассказать учащимся об аморфных телах, которые обладают свойствами твердых тел (прочность, хрупкость, твердость) и свойствами жидкостей (текучесть, не сохраняют формы с течением времени).

2. Процесс перехода вида «твердое вещество → жидкость → газ» связан с увеличением внутренней энергии. Значит, в таких превращениях вещество поглощает тепло, и кинетическая энергия движения молекул возрастает, то есть: $v\uparrow$, $\Delta U > 0$.

А в переходе вида «газ → жидкость → твердое вещество» процесс перехода идет с выделением тепла. При этом скорость молекул и внутренняя энергия уменьшаются, то есть: $v\downarrow$, $\Delta U < 0$.

Иногда бывает так, что вещество из данного агрегатного состояния сразу переходит в иное, минуя жидкую фазу. Процесс перехода из твердого состояния в газообразное называется ***сублимацией*** или возгонкой. Сублимирует кусочек льда в морозный день. Сырое белье замерзает на ветру в мороз, а через сутки становится сухим – ледяная корка исчезает. Также сублимирует угольная кислота в брикетах. Вообще любое тело в твердом состоянии, если оно имеет запах, сублимирует.

Процесс перехода вещества из твердого состояния в жидкое называется ***плавлением***. Оно идет с поглощением тепла.

Процесс превращения жидкости в пар называется ***парообразованием***. Это тоже требует количества теплоты извне.

Процесс превращения жидкости в твердое тело называется ***кристаллизацией***. При этом вещество часть тепла отдает в окружающую среду.

Процесс превращения пара в жидкость называется ***конденсацией***.

Очень интересным процессом является процесс, обратный сублимации, – ***десублимация***. При этом вещество из газообразного состояния сразу переходит в жидкую фазу.

Таким образом, есть шесть процессов, которые определяют варианты перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое (рис. 4): плав-



Рис. 4

ление, кристаллизация, парообразование, конденсация, сублимация, десублимация.

Домашнеė задание

1. § 12 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1012, 1013.

Урок 16. Плавление и отвердевание кристаллических тел

Цели: научить учащихся понимать суть таких тепловых явлений, как плавление и кристаллизация; изучить особенности в поведении вещества при переходе из твердого состояния в жидкое и обратно.

Демонстрации: исследование зависимости температуры смеси «лед – вода» от времени при плавлении; наблюдение за процессами плавления и кристаллизации твердых тел.

Ход урока

I. Повторение изученного

Повторение материала можно провести в виде опроса по карточкам: учитель заранее готовит два варианта карточек с 5–6 качественными задачами по изученной теме. Примером таких заданий могут быть:

Вариант I

– Что происходит с внутренней энергией пара при конденсации?
– Лед, который плавили в воде, имеет температуру 0 °С. Будет ли таять лед?
– Какой процесс перехода соответствует переходу вещества из газа в жидкость?
– Как меняется энергия вещества в процессе плавления твердого тела?
– Почему при одинаковой температуре самая высокая внутренняя энергия у пара?
– Приведите примеры десублимации.
– Какие агрегатные состояния вещества вы знаете?

Вариант II

– Что такое конденсация?
– Как изменяется внутренняя энергия вещества при испарении?
– Что такое сублимация? Приведите примеры.
– Примеры применения переходов из одного агрегатного состояния в другое в технике.
– Может ли вещество одновременно находиться в трех агрегатных состояниях?
– Как изменяется скорость молекул вещества при переходе из жидкого состояния в твердое?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. *Демонстрация плавления льда.*
2. Температура плавления; температура кристаллизации.

1. Рассмотрение нового материала очень удобно начать с демонстрации опыта по плавлению льда на спиртовке. Термометр, опущенный в сосуд со льдом, показывает текущую температуру, а секундомер фиксирует время процесса.

При этом легко обнаружить, что на начальном этапе нагревание льда происходит с ростом его температуры. Так он нагревается до 0 °С. Затем мы наблюдаем процесс плавления, который идет при постоянной температуре 0 °С. Через определенное время весь лед превращается в воду. Только после этого температура воды начинает подниматься.

На доске можно построить график зависимости температуры от времени нагрева (рис. 5). Участок АВ – нагрев льда. Вся энергия идет на увеличение внутренней энергии вещества. Колебания молекул льда увеличиваются.

Участок ВС – плавление льда. Этот процесс во времени более длительный, чем нагрев льда, и он идет при постоянной температуре. Все количество теплоты уходит на разрушение кристаллических решеток.

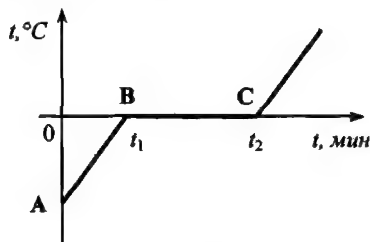


Рис. 5

Следующий участок – нагревание воды.

После демонстрации опытов по таянию льда, плавлению и отвердеванию кристаллических тел учащиеся должны твердо усвоить три следующих положения:

а) Существует температура, выше которой вещество в твердом состоянии не может находиться.

б) Температура во время плавления остается постоянной.

в) Процесс плавления требует притока энергии к плавящемуся веществу.

2. Та температура, при которой происходит переход твердого вещества в жидкое, называется ***температурой плавления***. Температура плавления различных веществ – табличная величина.

Далее необходимо проанализировать таблицу 3 в учебнике (с. 32). Из таблицы видно, в каких пределах лежат температуры плавления различных веществ. Учитель может задать ряд вопросов по таблице:

– Какой из металлов, приведенных в таблице, самый легкоплавкий?
– Какой из металлов самый тугоплавкий?

Если сосуд с водой поместить в среду, где температура меньше 0 °С, то будет наблюдать процесс охлаждения воды с последующим отвердеванием.

Процесс кристаллизации будет идти также при постоянной температуре. Она называется температурой ***кристаллизации***. При этом:

$$t_{пл} = t_{кр}.$$

Таким образом, плавление и кристаллизация – два симметричных процесса. В первом случае вещество поглощает энергию извне, а во втором – отдает в окружающую среду.

Различные температуры плавления определяют области применения различных твердых тел в быту, технике. Из тугоплавких металлов изготавливают жаропрочные конструкции в самолетах и ракетах, атомных реакторах и электротехнике.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала, можно коллективно разобрать несколько качественных задач по теме, например:

- Можно ли в алюминиевом сосуде расплавить медь? Цинк? Ответ обоснуйте.
- Какие металлы можно расплавить в медном сосуде?
- Будет ли плавиться чугунная деталь, брошенная в расплавленную медь?
- В каком состоянии (твердом или жидком) находится серебро и вольфрам при температуре 1000 °C?
- Может ли внутренняя энергия тела изменяться без изменения температуры? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.

Домашнее задание

1. § 13-14 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Упражнение 7.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1055–1057.

Урок 17. Количество теплоты, необходимое для плавления тела и выделяющееся при его кристаллизации

Цель: определить способ расчета количества теплоты в изучаемых процессах.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания кроме вопросов к параграфу можно задать учащимся ряд дополнительных вопросов для более глубокого понимания процессов плавления и кристаллизации вещества, например:

- Почему плавление вещества происходит при постоянной температуре?
- В какой момент времени – в начале или в конце кристаллизации – внутренняя энергия вещества ниже. Почему?
- Будет ли таять лед, плавающий в воде при температуре окружающей среды 0 °C?
- Почему зимой у родника мы ощущаем тепло?
- Нити накалнвания ламп изготавливают из вольфрама, а не из меди. Почему?
- Почему припой делают на основе олова?

– Зависит ли процесс плавления по времени от температуры плавления, если тело уже нагрето до этой температуры?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Удельная теплоемкость плавления.
2. Расчет количества теплоты при плавлении и кристаллизации.

1. При рассмотрении нового материала нужно основное внимание уделить тому, чтобы ученики поняли, что при плавлении нет изменения температуры вещества, в то же время внутренняя энергия вещества возрастает. Это соответствует закону сохранения энергии. Все количество теплоты от нагревания идет на разрушение кристаллических решеток и, значит, на увеличение скорости движения молекул.

Так как различные тела состоят из различных атомов и молекул, то для плавления равного количества различных веществ требуется разное количество теплоты. Для 1 кг льда это количество теплоты равно 334 кДж, для стали – 84 кДж.

Под **удельной теплотой плавления** понимают то количество теплоты, которое необходимо для превращения 1 кг твердого тела в жидкость при температуре плавления.

Удельная теплота плавления обозначается буквой λ (ламбда).

λ измеряется в Дж/кг:

$$[\lambda] = \text{Дж/кг}.$$

λ – табличная величина, и при решении задач можно пользоваться таблицей 10 учебника, где приведены величины удельной теплоты плавления для различных веществ.

Для того чтобы рассчитывать количество теплоты для плавления тела произвольной массы, можно воспользоваться формулой:

$$Q = \lambda \cdot m,$$

где m – масса тела.

Эта формула вытекает из следующих соображений: если значение λ численно равно тому количеству теплоты, которое необходимо для плавления 1 кг твердого тела, то для плавления, например, 3 кг льда потребуется тепла в три раза больше, чем для 1 кг.

Если рассчитывается количество теплоты, которое выделяется при кристаллизации тела, используется формула:

$$Q = -\lambda \cdot m\,.$$

Знак «–» указывает на то, что вещество при кристаллизации уменьшает свою внутреннюю энергию. При решении задач необходимо понимать, что выведенные формулы используются для расчета количеств теплоты лишь тогда, когда температура тела равна температуре плавления.

III. Решение задач

Задача 1

Какое количество теплоты выделится в окружающую среду при кристаллизации 200 г свинца?

Дано:
$m = 200$ г
$\lambda = 0{,}25 \cdot 10^5$ Дж/кг
$Q = ?$

Решение:
$m = 0{,}2$ кг, $\lambda = 25 \cdot 10^3$ Дж/кг.
Очевидно, что тепло будет выделяться в окружающую среду, следовательно:
$Q = -\lambda \cdot m$, $Q = -0{,}25 \cdot 10^3$ Дж/кг $\cdot\, 0{,}2$ кг $=$
$= 5 \cdot 10^3$ Дж.

(*Ответ:* $Q = 5 \cdot 10^3$ Дж.)

Задача 2

Какое количество теплоты необходимо для плавления 0,5 кг льда? Начальная температура льда –10 °С.

Эта задача несколько сложнее. Ясно, что лед сразу плавиться не будет: сначала его необходимо нагреть до температуры плавления. То есть количество теплоты в этом процессе будет складываться из двух составляющих: Q_1 и Q_2.

Дано:
$m = 0{,}5$ кг
$t_0 = -10$ °С
$c_л = 2100 \dfrac{Дж}{кг \cdot °С}$
$\lambda = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг
$t_{пл} = 0$ °С
$Q = ?$

Решение:
$Q_1 = c_л \cdot m\,(t_{пл} - t_0)$ – количество теплоты, которое идет на нагревание льда.
$Q_2 = \lambda \cdot m$ – количество теплоты, которое идет на плавление льда.
Таким образом, $Q = Q_1 + Q_2 = c_л m\,(t_{пл} - t_0) + \lambda m$.

$$Q = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °С} \cdot 0{,}5\ кг \cdot 10\ °С + 3{,}5 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг} \cdot 0{,}5\ кг =$$

$= 180{,}5$ Дж.

(*Ответ:* $Q = 180{,}5$ Дж.)

Для самостоятельного решения учащимся можно предложить задачи:

Задача 3

Какое количество теплоты необходимо для плавления 100 г олова, взятого при температуре 32 °С? Изобразите этот процесс на графике.

Задача 4

Какое количество теплоты потребуется, чтобы расплавить 100 г льда, взятого при температуре –10 °С, а затем воду нагреть до 20 °С?

Задача 5

Железная заготовка, охлаждаясь от температуры 800 °С до 0 °С, растопила лед массой 3 кг, взятый при 0°С. Какова масса заготовки, если вся энергия, выделенная ею, пошла на плавление льда?

Домашнее задание

1. § 15 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Упражнение 8.
3. Задание 2.

Урок 18. Решение задач

Цели: отработка практических навыков при решении задач; развитие навыков устного счета.

Ход урока

I. Повторение изученного. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно организовать по вопросам к § 15. Кроме того, проверяется решение домашних задач.

Важно научить школьников не только рисовать графики изменения температуры при различных тепловых процессах, ио и читать их. Для этого можно вычертить на доске ряд графиков плавления или кристаллизации твердых тел и предложить учащимся ответить на ряд вопросов по ним:

- Какова температура плавления вещества?
- График плавления (кристаллизации) какого вещества изображен на чертеже?
- Какому состоянию вещества соответствует тот или иной отрезок на графике?
- Каким процессам соответствует тот или иной участок на графике?
- Как долго продолжался процесс плавления (кристаллизации)?
- На сколько градусов изменилась температура за время наблюдения?

II. Решение расчетных задач

Эту часть урока можно условно разделить на два этапа: совместная работа «учитель – класс», когда решение и разбор отдельных задач у доски приводит учитель, и самостоятельная работа учеников. Именно на втором этапе урока можно оценить работу отдельных учеников.

У доски учитель может разобрать решения следующих задач:

Задача 1

Какое количество теплоты необходимо для плавления 2 кг свинца? Начальная температура свинца 327 °С.

Дано:	Решение:
$m = 2$ кг	Так как температура свинца равна $t_{пл}$, то
$t_0 = 327$ °С	$Q = \lambda \cdot m$.
$\lambda = 25 \cdot 10^3$ Дж/кг	$Q_2 = 25 \cdot 10^3$ Дж/кг $\cdot$ 2 кг $= 5 \cdot 10^4$ Дж.
$Q = ?$	

(*Ответ:* $Q = 5 \cdot 10^4$ Дж.)

Задача 2

Какое количество теплоты выделится при превращении 4 *л* воды в лед? Начальная температура воды 20 °С.

Дано:	Решение:
$V = 4$ л	Очевидно, что тепло будет отдаваться в окружающую среду, во-первых, при охлаждении воды от t_0
$t_0 = 20$ °С	до $t_{кр}$, и во-вторых, при кристаллизации тела.
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}}$	$Q = -Q_1 - Q_2 = -(cm\Delta t + \lambda m)$.
$\rho = 1000$ кг/м^3	$m = \rho V = 1000$ кг/м$^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3}$ м$^3 = 4$ кг .
$\lambda = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг $\cdot$	$Q = -(4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °\text{C}} \cdot 4\ \text{кг} \cdot 20\ °\text{C} + 3{,}4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 4\ \text{кг}) =$
$Q = ?$	$= -16{,}96 \cdot 10^5$ Дж.

(*Ответ:* $Q = -16{,}96 \cdot 10^5$ Дж.)

Знак «–» в ответе указывает на то, что внутренняя энергия вещества уменьшилась на $16{,}96 \cdot 10^5$ Дж.

Задача 3

На две горелки одинаковой мощности поставили два сосуда, в которых находится по 1 кг льда и свинца. Начальные температуры веществ равны соответственно 0 °С и 327 °С. Какое из веществ быстрее превратится в жидкость?

Решение:

Так как $Q = \lambda \cdot m$, то при одинаковых начальных условиях быстрее расплавится вещество с меньшим значением λ.

По таблице находим:

для льда: $\lambda_1 = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг;

для свинца: $\lambda_2 = 0{,}25 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Так как $\lambda_1 > \lambda_2$, следовательно, быстрее расплавится свинец.

Для самостоятельного решения можно предложить следующие задачи:

Задача 4

Для плавления куска парафина массой 400 г, взятого при температуре плавления, потребовалось 60 кДж тепла. Определите удельную теплоту плавления парафина.

(*Ответ*: $\lambda = 1{,}5 \cdot 10^5$ Дж/кг.)

Задача 5

Для плавления куска льда, взятого при температуре –10 °С, потребовалось 722 кДж тепла. Определите массу льда. $\lambda_л = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

(*Ответ*: $m = 2$ кг.)

Задача 6

Какое количество теплоты выделится в окружающую среду при кристаллизации 0,6 кг олова?

(*Ответ*: –34,4 Дж.)

Домашнее задание

1. Повторить § 14, 15 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1074–1077.

Урок 19. Испарение и конденсация

Цели: дать учащимся знания об особенностях физических процессов перехода вещества из жидкого состояния в газообразное и наоборот; рассмотреть энергетические изменения в процессах парообразования и конденсации.

Демонстрации: охлаждение жидкости при испарении; зависимость скорости испарения от площади свободной поверхности; температуры; движения воздуха; устройство и работа психрометра.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Начало урока можно посвятить короткому комментарию по решению домашних задач. Если по решению задач возникли вопросы, следует привести подробные ответы, а затем приступать к объяснению нового материала.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Физический смысл процесса испарения.
2. От чего зависит скорость испарения?
3. Процесс конденсации.
4. Значение процесса испарения в быту и технике.
5. Строение и использование психрометра.

1. Существует два вида перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое, которые в нашей жизни занимают очень важное место. Это – парообразование и конденсация.

Под парообразованием, или ***испарением***, понимают процесс перехода из жидкого состояния в парообразное с поверхности жидкости.

Важно понять физическое содержание этого процесса. От поверхности жидкости могут оторваться только молекулы, имеющие очень большую скорость. Это позволяет им преодолеть силы притяжения с молекулами нижних слоев. Таким образом, жидкость покидают самые «энергетичные» молекулы, а в жидкости остаются молекулы, которые движутся с меньшими скоростями. Поэтому при испарении внутренняя энергия жидкости уменьшается.

Молекулы, которые покинули жидкость и ушли в воздух, образуют пар.

Очевидно, что жидкость при испарении в реальной среде не может замерзнуть, так как она забирает энергию из этой среды, и скорость испарения при постоянной температуре среды примерно постоянная.

2. От чего же зависит скорость испарения?

Во-первых, от рода жидкости: там, где сила притяжения между молекулами жидкости меньше, скорость испарения выше. Если потереть руку ваткой, смоченной водой, а затем эфиром, ощущение холода будет больше от действия эфира, ибо он испаряется быстрее, и отбор тепла с поверхности кожи выше. Во-вторых, от температуры жидкости: чем выше температура жидкости, тем больше молекул со скоростями, достаточными для ухода с поверхности жидкости в воздух.

В-третьих, от площади свободной поверхности жидкости.

В-четвертых, от наличия ветра над свободной поверхностью жидкости. Отдельные молекулы жидкости, попавшие в воздух, могут упасть обратно в жидкость, но если есть ветер, то *он снесет эти молекулы в сторону.*

3. Одновременно с испарением происходит переход молекул из пара в жидкость – ***конденсация***. Как правило, конденсация происходит на поверхности жидкого или твердого тела или требует наличия в газе центров конденсации. Их роль могут играть различные примеси или пылинки.

Конденсация пара сопровождается ***выделением энергии.***

Конденсацией пара объясняется образование облаков, выпадение росы.

4. Говоря о практическом применении явлений испарения и конденсации, можно отметить, что быстроиспаряющиеся жидкости нашли применение в работе холодильного оборудования. В жарких странах принято хранить воду в глиняных кувшинах: вода в них всегда прохладная, Так как происходит постоянное ее испарение через стенки сосуда, а так как глина плохо проводит тепло, теплообмен с окружающей средой слаб.

При поездке в поезде летом очень просто получить из теплой воды достаточно холодную. Для этого бутылку с водой можно завернуть в сырую марлю и выставить в окно движущегося поезда. Через 15–20 минут вода будет холодной.

5. Влажность воздуха играет большую роль в жизни растений и живых организмов. Поэтому нужно уметь определять влажность. Прибор, который может измерить относительную влажность, называется ***психрометр*** (от греческого «psychros» – холодный).

Учитель демонстрирует работу лабораторного психрометра, объясняет его устройство и способ действия. Психрометр состоит из двух термометров: один термометр сухой, а другой – влажный.

За счет испарения показания влажного термометра почти всегда ниже, чем у сухого. Найдя разность температур $\Delta t = t_с - t_{вл}$ и используя психрометрическую таблицу, легко найти относительную влажность.

Например: $t_с = 22$ °С, $t_{вл} = 16$°С. Тогда $\Delta t = t_с - t_{вл} = 6$ °С.

По таблице 14 (учебник, с. 154) находим, что влажность воздуха равна 54%.

Чем выше влажность, тем скорость испарения меньше, поэтому и разность $\Delta t = t_с - t_{вл}$ тоже меньше.

Если влажность воздуха равна 100%, то испарения нет, и $t_с = t_{вл}$.

Существуют и другие приборы для измерения влажности воздуха. К ним можно отнести волосяной гигрометр. Его работа основана на заметном изменении длины обезжиренного человеческого волоса при изменении влажности воздуха.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно провести беседу-опрос по изученной теме:

- Почему испарение жидкости происходит при любой температуре?
- Против каких сил совершают работу молекулы, вылетающие из жидкости при испарении?
- Как можно объяснить, что при одних и тех же условиях одни жидкости испаряются быстрее, а другие – медленнее?
- Какие явления природы объясняются конденсацией пара? Приведите примеры.
- Почему мокрое белье на ветру сохнет быстрее?

Домашнее задание

1. § 16–17 учебника.

2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады о практическом использовании процесса испарения в быту и технике.
3. Упражнение 9.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1103–1105.

Урок 20. Лабораторная работа № 2 «Наблюдение за охлаждением воды при ее испарении и определение влажности воздуха»

Цель: развитие практических навыков при работе с физическим оборудованием.

Ход урока

I. Повторение изученного. Прослушивание докладов учащихся

После докладов (или во время выступлений учеников, если освещается тот же вопрос) можно с целью повторения обсудить ряд качественных задач, например:

– Если закрыть банку крышкой, то уровень воды в ней не будет понижаться. Означает ли это, что крышка «останавливает» испарение воды?
– Один стакан доверху заполнили горячим чаем, а другой – таким же горячим бульоном. Какая из жидкостей остывает быстрее? Почему?
– Когда и почему запотевают очки?

Можно задать ряд вопросов для более глубокого понимания сути процессов испарения и конденсации:

– Почему даже в жаркий день, выйдя из реки после купания, человек ощущает холод?
– Как влияет испарение на температуру жидкости? Приведите примеры.
– Почему холодное стекло покрывается тонким слоем влаги, если на него подышать?
– При какой температуре происходит испарение воды?

II. Лабораторная работа

Перед выполнением работы необходимо обратить внимание учащихся не только на содержание и ход выполнения работы, но и на правила обращения с термометрами и стеклянными сосудами. Нужно напомнить, что все время, пока термометр не используется для измерений, он должен находиться в футляре. При измерении температуры термометр следует держать за верхний край. Это позволит определить температуру с наибольшей точностью.

Первые измерения температуры следует провести сухим термометром. Эта температура в аудитории во время работы не изменится.

Для измерения температуры влажным термометром лучше в качестве ткани взять кусочек марли. Марля очень хорошо впитывает и перемещает воду от влажного края к сухому.

Используя психрометрическую таблицу, легко определить значение относительной влажности.

Пусть $t_с = t_1 = 22$ °С, $t_{вл} = t_2 = 19$ °С. Тогда $\Delta t = t_с - t_{вл} = 3$ °С.

По таблице находим относительную влажность. В данном случае она равна 76%.

Для сравнения можно измерить относительную влажность воздуха на улице. Для этого группу из двух-трех учеников, успешно справившихся с основной частью работы, можно попросить провести аналогичные измерения на улице. Это должно занять не более 5 минут. Полученное значение влажности можно сравнить с влажностью в классе.

Итоги работы подводят в выводах. В них следует отметить не только формальные значения итоговых результатов, но и указать причины, которые приводят к погрешностям.

III. Решение задач

Так как данная лабораторная работа достаточно проста по содержанию и невелика по объему, оставшуюся часть урока можно посвятить решению задач по изучаемой теме. Для решения задач не обязательно, чтобы все ученики стали решать их одновременно. По мере выполнения работы они могут получать задания индивидуально.

Можно предложить следующие простые задачи:

Задача 1

На улице идет холодный осенний дождь. В каком случае быстрее высохнет белье, развешенное на кухне: когда форточка открыта, или когда закрыта? Почему?

Задача 2

Влажность воздуха равна 78%, а показание сухого термометра равно 12 °С. Какую температуру показывает влажный термометр? (*Ответ*: 10 °С.)

Задача 3

Разность в показаниях сухого и влажного термометров равна 4 °С. Относительная влажность воздуха 60%. Чему равны показания сухого и влажного термометра? (*Ответ*: $t_с = 19$ °С, $t_{вл} = 10$ °С.)

Домашнее задание

1. Повторить § 17 учебника.
2. Задание № 3. с. 43.

Урок 21. Кипение

Цели: ознакомить учащихся с явлением кипения; научить объяснять процесс кипения на основании молекулярно-кинетической теории; рассмотреть физические особенности кипения.

Демонстрации: наблюдение процесса нагревания и кипения воды в стеклянной колбе; кипение воды при повышенных и пониженных давлениях.

Ход урока

I. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Процесс кипения. Демонстрация кипения.
2. Температура кипения.
3. Температура кипения при пониженном давлении.

1. Урок можно начать с объяснения нового материала. Но поскольку вопросы парообразования и кипения тесно связаны, сначала нужно напомнить основные особенности процесса испарения:

– во-первых, испарение жидкости идет при любой температуре;
– во-вторых, молекулы жидкости покидают ее лишь с поверхности.

При этом процесс испарения сопровождается уменьшением внутренней энергии жидкости и при отсутствии подвода тепла к жидкости ее температура должна неуклонно уменьшаться.

Но есть еще один вид парообразования. Это – ***кипение***.

Очень удобно показать зарождение этого процесса при нагревании воды в широкой колбе.

При этом можно заметить на дне и стенках колбы в начале нагрева маленькие пузырьки воздуха: при нормальных условиях в воде много растворенных газов. По мере нагрева давление в этих пузырьках увеличивается за счет увеличения скорости движения молекул, и объем пузырьков растет.

По ходу демонстрации опыта учитель задает вопрос:

– Какие силы действуют на пузырек воздуха, наполненный паром, когда он находится внутри жидкости?

С ростом объема пузырька выталкивающая сила Архимеда, действующая на него, увеличивается, и пузырек начинает всплывать. На поверхности воды пузырек лопается, и пар из него уходит в воздух. Мы наблюдаем процесс кипения.

Кипение – процесс парообразования, происходящий по всему объему жидкости при постоянной температуре.

2. Температура, при которой происходит кипение, называется ***температурой кипения***. Для воды при нормальных условиях она равна $t_к = 100$ °С.

Учитель задает вопросы:

– Почему в процессе кипения температура остается постоянной?
– На что расходуется энергия, подводимая к жидкости при кипении?

Легко понять, почему при кипении температура воды остается постоянной: все количество теплоты от горелки уходит на поддержание внутренней энергии кипящей жидкости – ведь воздушные пузырьки с паром уносят значительную энергию при отрыве от поверхности жидкости.

3. Далее учитель может показать очень яркий опыт, демонстрирующий кипение воды, например, при 70 °С.

Для этого опыта из колбы с водой, нагретой до этой температуры, начинаем при помощи насоса Комовского откачивать воздух. Через некоторое время вода внутри колбы начинает бурлить – начнется процесс кипения.

Объяснение этому явлению следующее: при уменьшении давления воздуха над поверхностью воды воздушным пузырькам легче всплывать. Поэтому они это делают при меньшей температуре. Именно поэтому высоко в горах, на высотах 6000–8000 м мы не сможем сварить суп или кусок мяса. Температура кипения на таких высотах 70–50 °С. Температуру кипения можно и увеличить. Это можно сделать при помощи автоклавов – мощных котлов, в которых создают избыточное давление. При этом воду можно заставлять кипеть при температуре 200–350 °С. Автоклавы используют для стерилизации медицинских инструментов.

На том же принципе работают и «скороварки» – кастрюли с плотно прилегающей крышкой. За счет давления пара над водой создается давление до 200 кПа и вода кипит при t = 110–120 °С.

Повышая давление, мы понижаем температуру кипения. Именно на этом принципе работают холодильные аппараты.

Некоторые сложные жидкости, например, нефть, состоят из различных фракций с различными температурами кипения. При нагревании нефти путем выпаривания можно разделять ее на составные части (мазут, бензин).

Подводя итог урока, следует обратить внимание учеников на выполнение домашнего экспериментального задания на с. 113: необходимо объяснить наблюдаемые явления в опытах.

II. Закрепление изученного

Если в конце урока остается время, можно коллективно разобрать ряд простых задач по изученной теме:

– Какая из жидкостей – вода, ртуть или эфир – кипит при самой низкой температуре?
– В каком агрегатном состоянии находится при нормальном давлении спирт при 100 °С и вода при 100 °С?
– Что обладает большей внутренней энергией: вода при температуре 100 °С или ее пар той же массы при той же температуре?

Домашнее задание

1. § 18 учебника; вопросы и упражнения к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1109–1111.

Урок 22. Влажность воздуха

Цели: объяснить понятия влажность воздуха; показать практическое применение и важность данной физической величины.

Ход урока

I. Повторение и проверка домашнего задания

– Сформулируйте определение процессов испарения и конденсации.

– При каких условиях происходит испарение жидкости?
– От каких факторов зависит скорость испарения?
– Что такое удельная теплота парообразования?
– На что расходуется подводимое количество теплоты при парообразовании?
– Почему при ветре жара переносится легче?
– Одинакова ли внутренняя энергия 1 кг воды и пара при температуре 100 °С?

II. Самостоятельная работа

1. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 20 кг каменного угля? (*Ответ*: 418 МДж)

2. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 50 л метана? Плотность метана примите равной 0,7 кг/м^3. (*Ответ*: ≈1,7 МДж)

3. На стаканчике с йогуртом написано: энергетическая ценность 72 ккал. Выразите энергетическую ценность продукта в Дж.

4. Теплота сгорания суточного рациона питания для школьников вашего возраста составляет около 1,2 МДж.

1) Достаточно ли для вас потребление в течение для 100 г жирного творога, 50 г пшеничного хлеба, 50 г говядины и 200 г картофеля. Необходимые дополнительные данные:

Удельная теплота сгорания q . 10^3, Дж/кг:
– творог жирный 9755;
– хлеб пшеничный 9261;
– говядина 7524;
– картофель 3776.

2) Достаточно ли для вас потребление в течение дня 100 г окуня, 50 г свежих огурцов, 200 г винограда, 100 г ржаного хлеба, 20 г подсолнечного масла и 150 г сливочного мороженого.

Удельная теплота сгорания q . 10^3, Дж/кг:
– окунь 3520;
– огурцы свежие 572;
– виноград 2400;
– хлеб ржаной 8884;
– масло подсолнечное 38900;
– мороженое сливочное 7498.

(*Ответ*: 1) Потреблено ≈ 2,2 МДж – достаточно; 2) Потреблено ≈ 3,7 МДж – достаточно.)

5. При подготовке к урокам в течение двух часов вы тратите около 800 кДж энергии. Восстановите ли вы запас энергии, если выпьете 200 мл обезжиренного молока и съедите 50 г пшеничного хлеба? Плотность обезжиренного молока равна 1036 кг/м^3. (*Ответ*: Потреблено ≈ 1 МДж – достаточно.)

6. Воду из мензурки перелили в сосуд, нагреваемый пламенем спиртовки, и испарили. Рассчитайте массу сгоревшего спирта. Нагреванием сосуда и потерями на нагревание воздуха можно пренебречь. (*Ответ*: 1,26 г.)

7. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 1 т антрацита? (*Ответ*: 26,8 . 109 Дж.)

8. Какую массу биогаза надо сжечь, чтобы выделилось 50 МДж теплоты? (*Ответ*: 2 кг.)

9. Какое количество теплоты выделится при сгорании 5 л мазута. Плотность мазута примите равной 890 кг/м^3. (*Ответ*: ≈ 173 МДж.)

10. На коробке конфет написано: калорийность 100 г 580 ккал. Выразите калорийность продукта в Дж.

11. Изучите этикетки разных пищевых продуктов. Запишите энергетическую ценность (калорийность) продуктов, выразив ее в джоулях или калориях (килокалориях).

12. При езде на велосипеде за 1 час вы тратите примерно 2 260 000 Дж энергии. Восстановите ли вы запас энергии, если съедите 200 г вишни?

III. Изучение нового материала

Водяной пар в воздухе, несмотря на огромные поверхности рек, озер, океанов не является насыщенным, атмосфера открытый сосуд. Движение воздушных масс приводит к тому, что в одних местах в данный момент испарение воды преобладает над конденсацией, а в других наоборот.

Содержание водяного пара в воздухе – его ***влажность*** характеризуется рядом величин.

Атмосферный воздух представляет собой смесь различных газов и водяного пара.

Давление, которое производил бы водяной пар, если бы все остальные газы отсутствовали, называют ***парциальным давлением*** (или ***упругостью***) водяного пара.

За характеристику влажности воздуха может быть принята плотность водяного пара ρ, содержащегося в воздухе. Эту величину называют ***абсолютной влажностью*** ρ[г/м^3].

Знания парциального давления водяного пара или абсолютная влажность ничего не говорят, насколько водяной пар далек от насыщения.

Для этого вводят величину, показывающую, насколько водяной пар при данной температуре близок к насыщению – ***относительная влажность***.

P – парциальное давление при данной температуре;

P_0 – давление насыщенного пара при той же температуре;

ρ – абсолютная влажность;

ρ_0 – плотность насыщенного водяного пара при данной температуре.

Давление и плотность насыщенного пара при различных температурах можно найти, воспользовавшись специальными таблицами.

При охлаждении влажного воздуха при постоянном давлении его относительная влажность повышается, чем ниже температура, тем ближе парциальное давление пара в воздухе к давлению насыщенного пара.

Температура t, до которой должен охладиться воздух, чтобы находящийся в нем пар достиг состояния насыщения (при данной влажности, воздуха и неизменном давлении), называется ***точкой росы***.

Давление насыщенного водяного пара при температуре воздуха равной точке росы, есть парциальное давление водяного пара, содержащегося в атмосфере. При охлаждении воздуха до точки росы начинается конденса-

ция паров: появляется туман, выпадает роса. Точка росы также характеризует влажность воздуха.

Влажность воздуха можно определить специальными приборами.

1. *Гигрометр*

С его помощью определяют точку росы. Это наиболее точный способ изменения относительной влажности.

2. *Волосяной гигрометр*

Его действие основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса удлиняться при увеличении относительной влажности.

Применяется в тех случаях, когда в определении влажности воздуха не требуется большой точности.

3. *Психрометр*

Обычно пользуются в тех случаях, когда требуется достаточно точное и быстрое определение влажности воздуха.

Значение влажности воздуха для живых организмов

При температуре 20–25 °С наиболее благоприятным для жизни человека считается воздух с относительной влажностью от 40% до 60%. Когда окружающая среда имеет температуру более высокую, чем температура тела человека, то происходит усиленное потоотделение. Обильное выделение пота ведет к охлаждению организма. Однако такое потоотделение является значительной нагрузкой для человека.

Относительная влажность ниже 40% при нормальной температуре воздуха также вредна, так как приводит к усиленной потере влаги организмов, что ведет к его обезвоживанию. Особенно низкая влажность воздуха в помещениях в зимнее время; она составляет 10–20%. При низкой влажности воздуха происходит быстрое испарение влаги с поверхности и высыхание слизистой оболочки носа, гортани, легких, что может привести к ухудшению самочувствия. Также при низкой влажности воздуха во внешней среде дольше сохраняются патогенные микроорганизмы, а на поверхности предметов скапливается больше статического заряда. Поэтому в зимнее время в жилых помещениях производят увлажнение с помощью пористых увлажнителей. Хорошими увлажнителями являются растения.

Если относительная влажность высокая, то мы говорим, что воздух влажный и удушливый. Высокая влажность воздуха действует угнетающе, поскольку испарение происходит очень медленно. Концентрация паров воды в воздухе в этом случае высока, вследствие чего молекулы из воздуха возвращаются в жидкость почти так же быстро, как и испаряются. Если пот с тела испаряется медленно, то тело охлаждается очень слабо, и мы чувствуем себя не совсем комфортно. При относительной влажности 100% испарение вообще не может происходить – при таких условиях мокрая одежда или влажная кожа никогда не высохнут.

Из курса биологии вы знаете о разнообразных приспособлениях растений в засушливых местностях. Но растения приспособлены и к высокой влажности воздуха. Так, родина Монстеры – влажный экваториальный лес. Монстера при относительной влажности, близкой к 100%, «плачет», она удаляет избытки влаги через отверстия в листьях – гидатоды.

В современных зданиях производится кондиционирование воздуха – создание и поддержание в закрытых помещениях воздушной среды, наиболее благоприятной для самочувствия людей. При этом автоматически регулируется температура, влажность, состав воздуха.

Исключительное значение для образования заморозка имеет влажность воздуха. Если влажность велика и воздух близок к насыщению парами, то при понижении температуры воздух может стать насыщенным и начнет выпадать роса. Но при конденсации водяных паров выделяется энергия (удельная теплота парообразования при температуре, близкой к 0 °С, равна 2490 кДж/кг). Поэтому воздух у поверхности почвы при образовании росы не будет охлаждаться ниже точки росы и вероятность наступления заморозка уменьшится. Вероятность заморозка зависит, во-первых, от быстроты понижения температуры и, во-вторых, от влажности воздуха. Достаточно знать одно из этих данных, чтобы более или менее точно предсказать вероятность заморозка.

Вопросы на повторение:

- Что понимается под влажностью воздуха?
- Что называют абсолютной влажностью воздуха? Какая формула выражает смысл этого понятия? В каких единицах ее выражают?
- Что такое упругость водяного пара?
- Что называют относительной влажностью воздуха? Какие формулы выражают смысл этого понятия в физике и метеорологии? В каких единицах ее выражают?
- Относительная влажность воздуха 70%, что это значит?
- Что называют точкой росы?
- С помощью каких приборов определяют влажность воздуха?
- Каковы субъективные ощущения влажности воздуха человеком?
- Начертив рисунок, объясните устройство и принцип работы волосяного и конденсационного гигрометров и психрометра.

Урок 23. Количество теплоты, необходимое для парообразования и выделяющееся при конденсации

Цель: определить способы расчета тепла в изучаемых процессах.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение материала можно провести либо выслушав ответы на вопросы к параграфу, либо по объяснению содержания экспериментальных заданий.

При объяснении результатов экспериментального задания необходимо добиваться от учеников правильной и полной оценки наблюдаемых явлений. При этом они должны четко понять, почему вода в маленькой кастрюле не кипит, когда в большой этот процесс идет. Понятно, что кипение идет, когда жидкость достигла температуры кипения и к ней подводится тепло. К маленькой кастрюле тепло не подводится и внутренняя энергия жидкости в малой кастрюле не изменяется.

Кроме того, учитель может задать ряд дополнительных вопросов:

- Где быстрее закипит вода – на поверхиости земли или в глубокой шахте? Почему?
- Как изменяется «шум» воды при длительном кипении?
- Можно ли заставить кипеть воду, не нагревая ее? Как это сделать?
- Будет ли кипеть вода, в которой не будет растворениых газов?
- Чем отличается процесс испарения от кипения жидкости?
- Будет ли кипеть вода в невесомости?

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Удельная теплота парообразования.
> 2. Расчет количества теплоты при парообразовании и конденсации.

1. Любой процесс испарения идет с понижением внутренней энергии жидкости. Поэтому, как только прекращается доступ энергии для кипящей жидкости, процесс испарения посредством кипения прекращается.

Так как кипение идет при постоянной температуре, то вся энергия идет на сообщение жидкости такой энергии, при которой пузырьки с паром могли подниматься вверх.

Опытным путем было установлено, что при нормальных условиях для превращения 1 кг воды в пар при температуре кипения нужно 2,3 МДж энергии. Для превращения 1 кг эфира в пар нужно $0{,}4 \cdot 10^6$ Дж энергии.

Под ***удельной теплотой парообразования*** r понимают то количество теплоты, которое необходимо для превращения в пар 1 кг жидкости при температуре кипения.

$$[r] = \text{Дж/кг}.$$

Для различных жидкостей значения удельиой теплоты парообразования определены и являются табличными величинами.

При решении задач можно пользоваться таблицей 12 учебника или таблицей 9 сборника задач по физике (В. И. Лукашик).

2. Зная значение удельной теплоты парообразования, легко найти количество теплоты, которое идет на превращение в пар жидкости.

Для определения количества теплоты в этом случае можно использовать следующую формулу:

$$Q = r \cdot m\,.$$

Очевидно, что если пар конденсируется, то в окружающую среду выделяется количество теплоты, равное:

$$Q = -r \cdot m\,.$$

Знак «–» указывает на то, что вещество отдает тепло. При этом пар превращается в жидкость, которая имеет такую же температуру, которую имел пар при конденсации. Конденсация, как и испарение идет при постоянной температуре.

III. Решение задач

Когда ученики усвоят основное содержание материала, можно разобрать решение двух-трех задач у доски.

Задача 1

Какое количество теплоты необходимо для превращения в пар 200 г воды при температуре кипения?

Дано:	**Решение:**
$m = 0{,}2$ кг	$Q = r \cdot m$.
$r = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг	$Q = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг $\cdot$ 0,2 кг $= 4{,}6 \cdot 10^6$ Дж.
$Q = ?$	

(*Ответ:* $Q = 4{,}6 \cdot 10^6$ Дж.)

Задача 2

Какое количество воды можно превратить в пар, если передать воде $1{,}5 \cdot 10^6$ Дж тепла. Начальная температура воды 100 °С.

Дано:	**Решение:**
$Q = 1{,}5 \cdot 10^6$ Дж/кг	Так как начальная температура воды равна температуре кипения, то: $Q = r \cdot m$. Тогда: $m = Q / r$.
$r = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг	$m = \dfrac{Q}{r} = \dfrac{1{,}5 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{2{,}3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} = 0{,}65$ кг.
$m = ?$	

(*Ответ:* $m = 0{,}65$ кг.)

Домашнее задание

1. § 20 учебника; вопросы и упражнения к параграфу.
2. Упражнение 10.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1114–1117.

Урок 24. Решение задач

Цели: закрепить знания учащихся по теме; сформировать навыки расчета количества теплоты при изменении агрегатного состояния вещества.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Усвоению и закреплению знаний помогает подбор качественных и расчетных задач. В зависимости от уровня успеваемости класса учитель должен подбирать такие задачи, чтобы учащимся было интересно работать на уроке. Можно предложить следующие качественные задачи:

- Вода может кипеть и при $t = 100$ °С и при $t_1 = 120$ °С. Одинаковая ли для этих случаев удельная теплота парообразования?
- Почему температура при конденсации остается постоянной? Ведь внутренняя энергия жидкости при данной температуре меньше, чем у пара.

– Почему горячее молоко, налитое в чашку, остывает медленнее, чем горячая вода в такой же чашке?
– Удельная теплота парообразования воды значительно больше, чем эфира. Почему же эфир, налитый на руку, вызывает гораздо более сильное ощущение холода?

II. Решение задач

Переходя к решению задач, нужно акцентировать внимание учеников на том, что обычно задачи на тепловые процессы более сложные, чем при расчете величин в простых переходах вещества.

Например, парообразование при кипении начинается, если жидкость имеет температуру, равную $t_к$. Но в общем случае вначале воду необходимо нагреть до этой температуры.

Первые две задачи учитель может разобрать на доске сам, либо с помощью хорошо успевающего ученика, вызванного к доске.

Задача 1

Определить, какое количество теплоты необходимо, чтобы 2 кг воды при температуре 50 °С превратить в пар?

Дано:
$m = 0{,}2$ кг
$r = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
$c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °С}$
$t_0 = 50$ °С
$Q = ?$

Решение:
Общее количество теплоты состоит из двух составляющих: $Q_1 = cm\,(t_к - t_0)$ – количество теплоты, необходимое для нагревания воды до $t_к$;
и $Q_2 = r \cdot m$, – количество теплоты, которое идет на парообразование. Таким образом:
$Q = Q_1 + Q_2 = cm\,(t_к - t_0) + rm$.

$$Q = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °С} \cdot 2\ кг \cdot 50\ °С + 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг} \cdot 2\ кг = 5{,}02 \cdot 10^6\ Дж.$$

(*Ответ:* $Q = 5{,}02 \cdot 10^6$ Дж.)

Задача 2

Определить, какое количество теплоты отдает в окружающую среду водяной пар массой 200 г и температурой 100 °С при превращении в воду с температурой 20 °С.

Дано:
$m = 0{,}2$ кг
$t_к = 100$ °С
$r = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг
$c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °С}$
$t_0 = 20$ °С
$Q = ?$

Решение:
Тепло будет отдаваться веществом на двух этапах:
а) при конденсации пара:
$$Q_1 = -r \cdot m.$$
б) при охлаждении воды от температуры кипения до $t_1 = 20$ °С:
$$Q_2 = cm\,(t_1 - t_к).$$
Таким образом:
$Q = Q_1 + Q_2 = -rm + cm\,(t_1 - t_к)$.

$$Q = -2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг} \cdot 0{,}2\ кг + 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °С} \cdot 0{,}2\ кг \cdot (20\ °С - 100\ °С) = -5{,}27 \cdot 10^5\ Дж.$$

(*Ответ:* $Q = -5{,}27 \cdot 10^5$ Дж.)

Эти две разобранные у доски задачи показывают, что, последовательно используя известные соотношения, можно рассчитать любые порции полученной или отданной энергии в тепловых процессах.

Для самостоятельного решения задач можно предложить следующие три несложные задачи:

Задача 3

Какое количество теплоты необходимо для превращения 100 г эфира в пар? Температура эфира 35°С. (*Ответ:* Q = 40 кДж.)

Задача 4

Для превращения воды в пар израсходовали $2 \cdot 10^5$ Дж тепла. Определите исходную массу воды, если ее начальная температура была равна 40 °С? (*Ответ:* m = 0,09 кг.)

Задача 5

Какое количество теплоты выделится в окружающую среду при конденсации 50 г водяного пара? (*Ответ:* Q = –115 Дж.)

Хорошо успевающим ученикам можно предложить более сложные задачи, например:

Задача 6

В сосуд с водой, взятой при 0 °С, впустили 1 кг пара при 100 °С. Спустя некоторое время в сосуде установилась температура 20 °С. Сколько воды было в сосуде? Теплообмена с окружающей средой нет. (*Ответ:* 31,4 кг.)

Задача 7

Смесь, состоящую из 5 кг льда и 15 кг воды при общей температуре 0 °С, нужно нагреть до температуры 80 °С пропусканием водяного пара при температуре 100 °С. Определите необходимое количество пара. (*Ответ:* 3,1 кг.)

Домашнее задание

1. Повторить § 13–20 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1121–1123.

Урок 25. Решение задач

Цели: закрепить знания учащихся по теме «Изменение агрегатных состояний вещества»; сформировать навыки расчета количества теплоты при изменении агрегатного состояния вещества и сгорании топлива.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока можно отвести на письменную проверочную работу по теме «Теплота сгорания топлива». Учитель заранее готовит карточки с разноуровневыми заданиями.

Уровень 1

1. Какая физическая величина показывает, сколько энергии выделяется при сжигании 1 кг топлива? Какой буквой ее обозначают?
2. В каком случае можно получить большее количество теплоты: сжигая 1 кг торфа или 1 кг антрацита?

Уровень 2

1. Какая масса каменного угля была сожжена в печи, если при этом выделилось 60 МДж теплоты?
2. Сколько энергии выделится при полном сгорании керосина объемом 5 л?

Уровень 3

1. Удельная теплота сгорания каменного угля примерно в два раза больше, чем удельная теплота сгорания торфа. Что это значит?
2. На сколько градусов Цельсия нагреются 3 кг воды, если вся теплота, выделившаяся при полном сгорании 10 г спирта, пошла на ее нагревание?
3. Почему рачительный хозяин предпочитает покупать березовые дрова, а не осиновые? Цена дров одинаковая.

Уровень 4

1. На спиртовке нагрели 175 г воды от 15 °С до 75 °С. Начальная масса спиртовки со спиртом была равна 163 г, а по окончании нагревания – 157 г. Найдите КПД нагревательной установки.
2. Каково отношение масс спирта и бензина в смеси, если удельная теплота сгорания этой смеси 40 МДж/кг?

II. Решение задач

Далее весь урок должен быть полностью посвящен подготовке к контрольной работе. Так как определенный тип задач на расчет количества теплоты, выделяемого при сгорании топлива, был отработан недостаточно полно, это необходимо учесть.

Структура урока должна быть такой, чтобы ученики могли в полной мере представить полный набор задач по данному разделу. Очень важно при этом сформировать целостное восприятие изученной темы.

Несколько типичных по теме задач следует решить у доски.

Задача 1

Определите, какое количество теплоты необходимо для превращения 200 г льда при температуре –10 °С в воду с температурой 20 °С.

Дано:

$m = 200$ г

$\lambda = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг

$t_0 = -10$ °С

$t_к = 20$ °С

$c_л = 2100 \dfrac{Дж}{кг \cdot °С}$

$c_в = 4200 \dfrac{Дж}{кг \cdot °С}$

$Q = ?$

Решение:

По таблицам находим значения $c_л$, $c_в$, λ, $t_{пл}$.

Общее количество теплоты состоит из трех частей:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$, где

1. $Q_1 = c_л m\,(t_{пл} - t_0)$ – количество теплоты для нагревания льда до температуры плавления.
2. $Q_2 = \lambda \cdot m$ – количество теплоты, которое идет на плавление льда.
3. $Q_3 = c_в m\,(t_1 - t_{пл})$ – количество теплоты, которое идет на нагревание воды.

Тогда: $Q = c_л m(t_{пл} - t_0) + \lambda m + c_в m(t_1 - t_{пл})$

$$Q = 2100\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot 0{,}2\ \text{кг}\cdot 10\ {}^\circ\text{C} + 3{,}4\cdot 10^5\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\cdot 0{,}2\ \text{кг} + 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot 0{,}2\ \text{кг}\cdot 20\ {}^\circ\text{C} =$$

$= 89 \cdot 10^3$ Дж.

(*Ответ:* $Q = 89 \cdot 10^3$ Дж.)

Задача 2

В воду массой 400 г и температурой 10 °С впустили 10 г водяного пара с температурой 100 °С. Определите, какая температура установится в сосуде.

Дано:

$m_1 = 400$ г

$m_2 = 10$ г

$c_1 = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$

$r_1 = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг

$t_1 = 10$ °С

$t_2 = 100$ °С

$\theta = ?$

Решение:

В основе решения задачи лежит уравнение теплового баланса: $Q_{отд} = Q_{пол}$.

Предположим, что в сосуде вода нагреется до температуры смеси θ. Тогда: $Q_{отд} = Q_1 + Q_2$, где

$Q_1 = r \cdot m_2$ – количество теплоты, отданное паром при конденсации.

$Q_2 = c_1 m_2 (100\ {}^\circ\text{C} - \theta)$.

Количество теплоты, полученное холодной водой, будет равно: $Q_{пол} = c_1 m_1 (\theta - t_1) = Q_3$.

Итак:

$$Q_1 + Q_2 = Q_{отд} = Q_{пол} = Q_3,$$

$$rm_2 + c_1 m_2 (100\ {}^\circ\text{C} - \theta) = c_1 m_1 (\theta - 10\ {}^\circ\text{C}),$$

$$2{,}3\cdot 10^6\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}\cdot 0{,}01\ \text{кг} + 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot 0{,}01\ \text{кг}\cdot(100-\theta) = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot 0{,}4\,(\theta-10)$$

Откуда: $4{,}4 \cdot 10^4 = 1722\theta$; $\theta = 25{,}8$ °С.

(*Ответ:* $\theta = 25{,}8$ °С.)

Задача 3

Кусок льда массой 8 кг имеет температуру 0 °С. Его начинают плавить, сжигая керосин. Что будет в сосуде, когда сгорит 100 г керосина?

Дано:

$m_1 = 8$ кг

$\lambda = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг

$c = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$

$q = 4{,}6 \cdot 10^7$ Дж/кг

$m_2 = 100$ г

$\theta = ?$

Решение:

Предположим, что количества теплоты, которая выделится при сгорании топлива, хватит и на плавление льда, и на нагревание воды до температуры θ.

$Q_{отд} = Q_{пол}$.

$Q_{отд} = q \cdot m_2$.

$Q_{пол} = \lambda m_1 + cm_1 (\theta - 0\ {}^\circ\text{C})$.

$q m_2 = \lambda m_1 + cm_1 (\theta - 0\ {}^\circ\text{C})$.

Откуда:

$$\theta = \frac{q\cdot m_2 - \lambda\cdot m_1}{cm_1};\quad \theta = \frac{4{,}6\cdot 10^7\ \text{Дж/кг}\cdot 0{,}1\ \text{кг} - 3{,}4\cdot 10^5\ \text{Дж/кг}\cdot 8\ \text{кг}}{4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}\cdot 8\ \text{кг}} = 56\ {}^\circ\text{C}.$$

(*Ответ:* В сосуде будет находиться вода при температуре $\theta = 56$ °С.)

Далее для самостоятельного решения можно предложить выполнить две-три несложные задачи.

Задача 4

В сосуд с водой массой 2 кг и температурой 60 °С положили кусочек льда массой 50 г и температурой 0 °С. Какая температура установится в сосуде? (*Ответ:* θ = 56 °С.)

Задача 5

Сколько бензина нужно сжечь, чтобы 200 кг воды нагреть на 30 °С? (*Ответ:* m = 0,55 кг.)

Задача 6

Какое количество горячей воды с температурой 80 °С нужно налить в холодную воду массой 20 кг и температурой 10 °С, чтобы установилась температура смеси 30 °С? (*Ответ:* m = 8 кг.)

Домашнее задание

1. Повторить материал по теме «Измененне агрегатных состояний вещества».
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 187, 188.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1043–1045.

Вариант урока 25.
Урок-конкурс умников и умниц
«Изменение агрегатного состояния вещества»

Цели: обобщение, повторение материала по теме «Изменение агрегатного состояния вещества»; развитие устной речи учащихся, коммуникативных способностей.

Ход урока

I. Вступительное слово учителя

II. Правила игры

Организаторы (2–3 ученика во главе с учителем) готовят:

– Ордена «умников» по числу вопросов;

– Дорожки трех цветов (с клетками – квадратами);

– Вопросы и задания.

Красная дорожка состоит из двух квадратов, желтая – из трех, зеленая – из четырех.

Выявляем троих «умников». Учащиеся отвечают на «отборочные» вопросы. За полный и правильный ответ ученик получает орден «умника». Три владельца наибольшего числа орденов разыгрывают дорожки. Особенности дорожек:

- на красной дорожке – игрок не должен ошибаться, ему задают всего один вопрос;
- на желтой дорожке – должен, верно, ответить на один из двух предложенных вопросов, он имеет право на одну ошибку;

- на зеленой дорожке игрок должен ответить правильно хотя бы на один из трех вопросов.

Игрок первым прошедший свою дорожку становится «умником» и садится на «трон». Оставшиеся два игрока присоединяются к «теоретикам». Далее игра идет между умниками.

Участники игры получают оценки в журнал.

Отборочные вопросы

1. Каково назначение пробкового слоя на стволах многолетних деревьев? (*Пробковый слой защищает такое растение от интенсивного испарения и резкого колебания температуры.*)

2. Что приносит вред растениям, особенно злаковым: обильный снег или бесснежная зима? (*В бесснежную зиму растения могут вымерзнуть. Снежный покров плохо проводит тепло и поэтому способствует поддержанию более высокой температуры в почве.*)

3. Почему иногда в снежные зимы озимые посевы выпревают? (*Для благоприятной перезимовки озимых посевов достаточен слой рыхлого снежного покрова высотой 30–40 см. Слой толще 50 см может оказаться в некоторых случаях вредным для растений. Это бывает тогда, когда рано выпадает снег и почва остается слабо промерзшей. Мощный же снеговой покров плохо передает тепло. В результате создается высокая температура, которая может быть гибельной для растений.*)

4. Почему на морозе вспотевшую от работы лошадь покрывают одеялом или шубой? (*Вспотевшая лошадь теряет много тепла на испарение, и это может привести к простудным заболеваниям.*)

5. Листья большинства растений пустыни покрыты густыми серебристыми волосками (полынь, песчаная акация и др.). Как это влияет на скорость испарения воды растениями? (*Волоски на листьях растений препятствуют движению воздуха вблизи поверхности листьев. Этим они удерживают образовавшиеся пары и способствуют замедлению испарения влаги с поверхности листьев.*)

6. В качестве одного из средств борьбы с заболачиваемостью в субтропической зоне применяю посадку эвкалиптов. Объясните почему. (*Эвкалипты, обладая мелковолокнистой древесиной, поднимают по своим капиллярам воду на большую высоту, где она под действием солнечного излучения легко испаряется.*)

7. Отчего даже в пасмурные, но не дождливые дни трава, скошенная на лугу, высыхает быстрее чем трава, скошенная в лесу? (*В лесу ветер разбивается деревьями на отдельные потоки и в значительной мере теряет свою силу. Поэтому даже в пасмурный день испарение влаги там происходит менее интенсивно, чем на лугу, и трава в лесу сохнет медленнее.*)

8. Почему в бане нам кажется жарче, чем в комнате, где воздух нагрет до такой же температуры? (*В бане влажность воздуха значительно больше,*

чем в комнате, поэтому интенсивность испарения пота уменьшается и человек сильнее ощущает повышенную температуру.)

9. Для чего разрезают на части картофель, яблоки и другие овощи и фрукты, предназначенные для сушки? (*Площадь испарения увеличивается, и сушка идет быстрее.*)

10. Как известно, после дождя цветы начинают пахнуть сильнее. Чем это объясняется? (*Запах цветов зависит от испарения пахучих эфирных масел, образующихся в нектарнике цветов. Во время дождя капельки воды попадают в чашечки цветов, а оттуда скатываются в нектарник. После дождя, особенно когда выглянет солнце, смесь эта начинает испаряться более интенсивно, чем испарялись бы безводные эфирные масла, и в воздухе появляется больше пахучих паров – запах цветов усиливается.*)

11. Почему свежесрубленное дерево меньше трещит в огне, чем сухое? (*Потому что его поры наполнены соком и содержат меньше воздуха.*)

12. Почему еловое дерево трещит в огне сильнее других древесных пород? (*Потому что поры ели сравнительно велики и содержат много воздуха.*)

13. В прорезиненной одежде жара переносится труднее. Почему? (*Прорезиненная одежда препятствует испарению с поверхности тела, вследствие этого организм перегревается и жара переносится значительно труднее.*)

14. Если каштаны положить на горячие угли, то они раскалываются с сильным треском. Объясните почему. (*Воздух, находящийся под оболочкой каштана, от нагревания расширяется и с треском разрывает ее.*)

15. Почему удар молнии часто расщепляет дерево? (*При ударе молнии влага, находящаяся в клетках дерева, мгновенно закипает и пар разрывает ствол дерева.*)

16. Почему в сильные морозы деревья трещат? (*Соки, содержащиеся в дереве, при замерзании увеличиваются в объеме и с треском разрывают волокна растения.*)

17. Весной некоторые растения могут погибнуть даже от сравнительно небольших заморозков, а между тем эти же растения зимой переносят сильные морозы. Почему? (*К зиме растения удаляют лишнюю влагу из ветвей и ствола, концентрация их соков увеличивается. Это и предохраняет растения от замерзания. Весной влага, жадно впитываемая растениями из земли, разжижает соки настолько, что даже от небольшого мороза растения могут погибнуть.*)

18. Почему у человека волосы, ресницы, в морозный день покрываются инеем? (*Выдыхаемые пары, соприкасаясь с холодными предметами, конденсируются на них.*)

19. Правильно ли утверждение, что после бани ноги человека значительно увеличиваются в объеме, а поэтому на них трудно надеть ботинки? (*Нет, неправильно. Во-первых, после бани температура человеческого тела почти не изменяется. Во-вторых, коэффициент расширения тела не*

превосходит одной десятитысячной. Поэтому изменением объема ног при изменении их температуры на один-два градуса можно пренебречь. Ботинки трудно надеть после бани вследствие прилива крови к ногам, влажной поверхности кожи и других явлений, не имеющих ничего общего с тепловым расширением.)

Вопросы для определения дорожки

1. Почему огурец всегда на 1–2 °С холоднее окружающей среды? (*Огурец на 98% состоит из воды. Непрерывно испаряющаяся вода охлаждает огурец.*)

2. Почему яблоко при запекании часто лопается? (*Яблоко лопается главным образом потому, что выделяющийся из него сок превращается в пар, который разрывает кожуру.*)

Вопросы для состязания умников

• Для игрока на красной дорожке:

1. На дачном участке летом стояла палатка. Когда начались морозы, палатку сняли, а участок решили перекопать. Оказалось, что сухая земля непосредственно под палаткой успела промерзнуть сильнее. Чем окружающая влажная земля. Как это объяснить? (*Почва на участке была влажная, а на том месте, где стояла палатка, – сухая. При замерзании воды в почве выделилось тепло, которое обогрело влажный участок и замедлило их промерзание. А сухой участок под палаткой промерз сильнее.*)

• Для игрока на желтой дорожке:

1. Чем объяснить, что при наступлении засух листья у многих растений скручиваются? (*У листьев имеется много устьиц с нижней стороны. Чтобы уменьшить испарение влаги, лист скручивается. Нижняя сторона его слабее нагревается солнцем, а следовательно, и менее испаряет влагу.*)

2. Вода замерзает в стакане при температуре ноль градусов. Если ту же воду расщепить на маленькие капельки, то она может быть переохлаждена до минус сорока градусов. Например, капельки воды из которых состоит облако начинают замерзать при температуре минус семнадцать градусов. Как объяснить это явление? (*Замерзание воды при нуле градусов происходит только при наличии центров кристаллизации. Ими могут служить любые не растворившиеся частицы. Когда вода велика, то в ней всегда найдется хотя бы один центр кристаллизации, а этого достаточно, чтобы замерзла вся вода. Если же масса воды разбита на мельчайшие капельки, то лишь небольшое их количество будет иметь центры кристаллизации, и замерзнут только эти капли.*)

• Для игрока на зеленой дорожке:

1. Поздней осенью можно наблюдать такое явление. Выпал снег. Прошел день, другой – наступило потепление, снег растаял. Но несмотря на то, что был мороз в 1–2 градуса, многие растения остались зелеными. Как им

удалось устоять? Ведь они на 80% состоят из воды. (*Соки растений представляют собой водные растворы различных солей, которые замерзают при температурах более низких, чем 0 °С.*)

2. Вам много раз приходилось доливать воду в горячий чайник. Почему из него идет обжигающая струя пара, если вы доливаете воду из-под крана? Почему пар почти не выходит, если лить в чайник воду из кружки? (*Если лить воду из кружки, то выделяется небольшой объем пара, равный объему добавленной воды. Когда воду добавляют из-под крана, сильная струя воды увлекает за собой наружный воздух. Он омывает горячие стенки чайника и выходит нагретым, увлекая за собой большое количество водяных паров.*)

3. Может ли вам казаться, что в сырую погоду теплее, чем в сухую (при той же температуре воздуха)? (*Испарение воды в сырой пасмурный день уменьшается, так как во влажном воздухе уже есть много воды. В то время как одни молекулы вылетают из жидкости, другие возвращаются в нее из воздуха. Возврат молекул, естественно, уменьшает суммарную скорость испарения. В результате в пасмурный день охлаждающий эффект от испарения пота не такой сильный. Телу становится теплее, потому что оно теряет меньше тепла за счет испарения.*)

III. Подведение итогов

Награждение победителей. Учитель выставляет оценки за урок.

Урок 26. Тепловые двигатели

Цели: рассмотреть применение закона сохранения и превращения энергии в тепловых двигателях; объяснить учащимся устройство и принцип работы паровой турбины.

Демонстрации: работа газа и пара при расширении; устройство и действие паровой турбины.

Ход урока

I. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Виды тепловых двигателей.
2. КПД тепловой машины.
3. Влияние работы тепловых машин на окружающую среду.

1. Переходя к рассмотрению основного материала, необходимо подчеркнуть, что все физические явления, законы в конечном итоге находят применение в повседневной жизни человека.

Жизнь людей невозможна без использования различных видов энергии. Источниками энергии являются различные виды топлива, энергия ветра, солнечная энергия, энергия приливов и отливов.

Поэтому существуют различные типы машин, которые реализуют в своей работе превращение одного вида энергии в другой.

Таким образом, машина – устройство, которое служит для преобразования одного вида энергии в другой. Другого назначения у машин нет.

Электрические двигатели преобразуют электрическую энергию в механическую, генераторы преобразуют механическую в электрическую, и так далее.

Тепловые машины преобразуют внутреннюю энергию в механическую. Внутренняя энергия тепловых машин образуется за счет энергии топлива. К ним относятся: паровая и газовая турбины, двигатель внутреннего сгорания, дизель, паровая машина, реактивный двигатель.

Разнообразие видов тепловых машин указывает лишь на различне в конструкции и принципах преобразования энергии. Общим для всех тепловых машин является то, что они изначально увеличивают свою внутреннюю энергию за счет сгорания топлива, с последующим преобразованием внутренней энергии в механическую. Любой газ, который расширяется, совершает положительную работу:

$$-\Delta U = A,$$

где A – работа газа, $-\Delta U$ – уменьшение внутренней энергии.

2. Очевидно, что никогда не может произойти эквивалентного преобразования внутренней энергии в работу: часть внутренней энергии уходит на нагревание деталей машин, на преодоление трения в узлах, на рассеивание в окружающую среду. Первая паровая машина преобразовывала менее 1% от всей энергии в полезную работу.

Под ***коэффициентом полезного действия*** (КПД) машины понимают отношение работы к той энергии, которая выделилась при полном сгорании топлива. КПД машины обозначается буквой η («эта»).

$$\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%.$$

Так как $A < Q$, для всех машин $\eta < 100\%$.

Если проследить историю развития тепловых машин, то следует заметить, что постоянное усовершенствование машин в конструкции, в создании новых видов топлива привело к тому, что современные машины имеют достаточно высокие значения КПД по сравнению с первоначальными моделями. Для современных паровых турбин КПД достигает 30–40%, для двигателей внутреннего сгорания 30–35%, для дизельных двигателей 35–42%.

3. При использовании тепловых машин остро встает вопрос загрязнения окружающей среды.

При сжигании топлива в атмосферу попадает очень много вредных выбросов. К ним можно отнести углекислый газ CO_2, угарный газ CO, различные виды сернистых соединений, а также соединения тяжелых металлов.

Поэтому очень большое внимание следует уделять развитию методов защиты окружающей среды от этих продуктов сгорания и создание новых альтернативных источников энергии. К ним можно отнести двигатели, ра-

ботающие на солнечной энергии, на электрической энергии, на энергии прилнвных волн и так далее. Именно это направление является наиболее перспективным.

Кроме того, такие виды топлива как нефть, уголь, природный газ являются невосполннмыми источниками энергии. В ближайшие 50–100 лет человечество столкнется с проблемой нехватки традиционных видов топлива.

С другой стороны, прогресс нашей цивилизации напрямую связан с применением различных видов тепловых машин: нет ни одной области человеческой деятельности, где бы не применялись машины.

С момента, когда Джеймс Уатт в 1768 г. построил первую паровую машину, до настоящего времени прошло более 240 лет. За это время тепловые машины очень сильно изменили содержание человеческого труда. Именно применение этих машин позволило человечеству шагнуть в космос, раскрыть тайны морских глубин. Уровень развития любой страны определяется тем, какое количество различных машин приходится на душу населения.

Домашнее задание

1. § 24 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады по темам:
   «Изобретение автомобиля и паровоза».
   «Первые паровозы».
   «Развитие железнодорожного транспорта в России».
   «Применение тепловых машин в промышленности».
   «Сравнительная характеристика тепловозов и электровозов» и др.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1126–1130.

Дополнительный матернал

Perpetuum mobile

Сегодня поиски конструкции вечного двигателя могут показаться нам забавными. Однако на протяженнн многих веков человек наблюдал вокруг себя «вечные» процессы: восход и заход светил, движение облаков, течение воды... Кажется, что они не требуют никаких затрат для своего поддержания. Неудивительно, что многие изобретатели были увлечены идеей создания машнны, которая работала бы сама по себе вечно, не требуя вмешательства извне.

Увы, все попытки сводил на нет иеумолимый закон сохранения энергии. Правда, большинство дошедших до нас вариантов «вечного подвижного» появилось именно тогда, когда этот закон известен не был. Зато знали и использовали многое другое: напрнмер, водяное мельничное колесо, которое вращается под действием падающей на иего с плотины воды.

Но разность уровней воды можно создать и другим способом. С античных времен известно такое устройство, как архимедов винт (сейчас он применяется, в частности, в мясорубках.). Архимедов винт не только улучшил античные нрригационные системы, но и породил массу проектов вечного двигателя. В общих чертах их конструкция такова: архимедов винт вращается водяным колесом и поднимает воду, которая падает и заставляет это колесо крутиться, вращать винт и поднимать следующую порцию воды...

Этот проект скрупулезно рассмотрел в середине XVII в. Джон Уилкинс (1614–1672), епископ Честерский (подобно многим духовным лицам своего времени, он также был писателем и ученым.). Унлкинс обнаружил, что поднимаемая вода не

образует значительного потока и не может вращать винт, даже если на нем укрепить несколько колес.

Предполагались и другие механизмы для подъема воды: в них пытались использовать силы поверхностиого натяжения. Такие силы действуют, например, на границе раздела жидкости и твердого тела: именно они втягивают чернила в промокашку, держат на воде жучков-водомерок и заставляют поверхность налитой в стакан воды изгибаться вверх возле его стенок. Однако машина, в которой используется подъем жидкости по тонкой трубке (капилляру) или волокнистому фитилю, не может работать вечным двигателем по очень простой причине: те же силы поверхностного натяжения, поднимающие жидкость вверх, не дадут ее каплям оторваться у конца фитиля или трубки.

Еще один тип «жидкостного» вечного двигателя основан на применении закона Архимеда. В таких конструкциях используется замкнутая в кольцо веревка или цепочка нз тел (как правило, шаров) легче воды, часть которой находится в жидкости, а часть – вне ее. По замыслу изобретателей, архимедова сила должна выводить эту цепочку из равновесия. Увы, такая система не может прийти в движение: ведь для того чтобы жидкость не выливалась из нее, внизу необходимо предусмотреть какое-нибудь «запирающее устройство», удерживающее воду, – например, клапан. Однако, чтобы шар прошел через клапан, потребуются затраты энергии – причем тем большие, чем выше столб воды и крупнее погружаемые в нее тела. Выталкивающей силы не хватит даже на это.

Но, пожалуй, самая «долгоживущая» идея конструкции вечиых двигателей – это использование неуравновешенных грузов. В простейшем ее варианте предлагается замкнутую цепочку шаров (а лучше – цилиндров) поместить на призму.

На каждой ее грани нужно расположить неодинаковое количество шаров. Тогда цепочка должна начать скользить: на первый взгляд, 14 шаров с одной стороны и лишь 8 – с другой не могут уравновесить друг друга.

Однако в этом рассуждении есть физическая ошибка. Ее обнаружил нидерландский математик и механик Снмон Стевин (1548–1620): если одна часть цепочки перетягивает другую, то шары должны двигаться все быстрее и быстрее. Значит, не прикладывая никаких усилий, их можно разогнать до бесконечной скорости – но это явно противоречит здравому смыслу. Рассуждая таким образом, Стевин пришел к выводу, с которым сейчас знаком любой школьник, умеющий решать задачи по динамике: в механике важна не сама величина силы, а ее проекция на интересующее нас направление. Поэтому два шара и способны уравновесить остальные. Кстати, идея о невозможности вечного движения помогла Стевину решить задачу, с которой не могли справиться самые выдающиеся механики античности: каким грузом можно удержать в покое тело, находящееся на наклонной к горизонту плоскости.

Так что «перпетуум мобиле», вечный двигатель, остается лишь мечтой – недостижимой, красивой и манящей. Многие ловкачи использовали привлекательность идеи вечного движения, зарабатывая деньги показом моделей «самодвижущихся» агрегатов. В действительности в каждом из них былн спрятаны или часовой механизм с пружинкой, или незаметно подключенный электродвигатель, позволявшие им двигаться довольно долго – однако же, не вечно. Можно ввести в заблуждение простаков, но природу, тем не менее, не обманешь…

Вариант урока 26. Сердце, отданное науке

Цели: ознакомить учащихся с деятельностью того или иного ученого; показать наиболее примечательные черты его мировоззрения; методы по-

лучения научных знаний; сформнровать правильное представление о характере научного труда ученых.

Оформление: портреты ученых; выставка книг по теме.

Ход урока

Учащиеся делятся на две команды. Каждая команда выбирает ученого, о котором ей хотелось бы рассказать остальным.

I. Вступительное слово учителя

Счастлнв в наш век, кому победа
Далась не кровью, а умом,
Счастлив, кто точку Архимеда
Умел сыскать в себе самом.

Первая команда.

Джеймс Прескотт Джоуль
(1818–1889)

Родился в Манчестере 24 декабря 1818 г., по профессии был пивоваром. Первые работы в физике связаны с изобретением электромагнитных аппаратов, которые были ярким примером превращаемости физических снл. Был прекрасным экспериментатором. Исследуя законы выделения теплоты электрическим током, он понял, что опыты с гальваническими источниками не дают возможности ответить на вопрос, какой вклад в нагрев проводника вносит переносимая теплота химических реакций, а какой сам ток.

В результате многочисленных опытов, пришел к выводу, что теплоту можно получать с помощью механических сил.

В 1843 г. нашел механический эквивалент теплоты. Эту величину впоследствии он определил различными способами. Опыты просты по идее, но в каждом из них можно найти какую-нибудь экспериментальную тонкость. Например, в последнем, о котором шла речь, для предотвращения движения всей массы воды, к боковым стенкам калориметра в радиальном направлении были прикреплены четыре ряда пластинок; в целях теплоизоляции металлическая ось разделена на две части деревянным цилиндром.

Внес большой вклад в кинетическую теорию газов, открыв вместе с Томсоном эффект изменения температуры газа при его расширении. Из работ непосредственно следовало, что теплота не является веществом, что она состоит в движении частиц. Все это, несомненно, способствовало утверждению и признанию закона сохранения и превращения энергии, открытие которого явилось величайшим завоеванием науки XIX в.

Значение этого закона для науки трудно переоценить. На основе законов сохранения, и в частности закона сохранения и превращения энергии, в науке и технике производятся различные расчеты, предсказываются новые эффекты и явления, с материалистических позиций оцениваются открытия. Если, скажем, новая теория или проект новой установки не противоречат закону сохранения и превращения энергии, то это служит убедительным аргументом в их пользу.

История физики имела дело с сотнями разнообразных, порою очень остроумных машин, предложенных разными авторами в качестве вечного двигателя. Сегодня нам ясно, что работать они не могли, ибо их создание противоречило закону сохранения и превращения энергии. Вот почему сегодня мы говорим о большом методологическом значении закона сохранения энергии. Он указывает на метод исследования, дает нам возможность предсказать новое.

Вторая команда.

Иван Иванович Ползунов

Родился в 1728 году. Его отец был солдатом.

В 1742 году окончил первую русскую горнозаводскую школу в Екатеринбурге и стал учеником у главного механика уральских заводов

В двадцать лет, его, вместе с другими специалистами горнозаводского дела, отправили на Колывано-Воскресенские заводы Алтая. Там добывались драгоценные металлы для царской казны.

С 1748 года работал в Барнауле техником по учету выплавки металла, а в 33 года он стал одним из руководителей завода.

Из оборудования на заводе были только воздуходувные мехи и молоты для ковки металла. И их приводили в движение силой воды. Поэтому заводы строили на берегах рек. Если река становилась мелководной, то производство останавливалось.

Решил заменить водяной двигатель и ручной труд на *«огненную машину»*. Для этого он разработал чертежи двухцилиндровой паровой машины.

Для ее изготовления пришлось сделать различные инструменты, токарный станок для обработки металла «на водяном ходу». При этом удалось изготовить все детали паровой машины всего за 13 месяцев. Некоторые детали весили до 2720 килограммов.

В 1765 году разработал специальный поплавковый регулятор уровня в котле.

К сожалению, увидеть машину в работе не удалось, он умер за два месяца до пуска машины в эксплуатацию, 27 мая 1766 года. Его паровая машина окупила себя всего за два месяца. К сожалению, после небольшой поломки хозяева машины не смогли ее починить.

Загадки

Учитель загадывает загадки.

Загадка первая:

Речь пойдет об ученом. О ком именно? Подсказки:

1. Великий естествоиспытатель и врач.
2. После окончания университета он едет на остров Ява на торговом судне устроившись судовым врачом.
3. По возвращении на родину в 1841 году написал статью, которая при его жизни не была напечатана.
4. В 1842 году обвинен в шпионаже, тринадцать месяцев провел в доме для умалишенных.

5. Основатель термодинамики.

(*Ответ:* немецкий ученый Юлиус Роберт Майер.)

Вопросы:

- В чем сходство и различие теплового и механического движения?
- Что такое внутренняя энергия и как ее можно изменить?
- В чем состоит самое главное различие способов теплопередачи?
- Что такое теплопроводность: физическое явление или физическая величина?
- В чем принципиально отличаются различные виды теплопередачи от процессов изменения агрегатных состояний вещества?
- Работа – это физическая величина или физическое явление?
- Имеет ли смысл утверждение: «Внутренняя энергия тела равна нулю»?

Экспериментальное задание.

Как, используя пламя спиртовки или кусок льда, вывести из равновесия весы, не касаясь их? Ответ обоснуйте и подтвердите опытом.

Загадка вторая:

И снова о человеке-легенде. Подсказки:

1. Сын математика и французского государственного деятеля.
2. Окончил Политехническую школу в 1814 году, участвовал в защите Парижа.
3. В 1819 году в чине поручика переведен на службу в Генеральный штаб.
4. Написал единственное произведение «Размышление о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу».
5. Придумал идеальную тепловую машину, вычислил коэффициент полезного действия.

(*Ответ:* Сади Карно.)

Вопросы:

- Может ли тело в результате теплопередачи потерять всю свою внутреннюю энергию?
- Излучение – это явление или материальный объект?
- Обладает ли внутренней энергией очень холодное тело?
- Движутся ли частицы вещества при абсолютном нуле?
- Что называется количеством теплоты? В каких единицах она выражается?
- Опишите устройство калориметра. Как опытным путем калориметрическим можно определить удельную теплоемкость вещества?
- От чего зависит удельная теплоемкость вещества?

Экспериментальное задание.

Ускорится ли таяние льда в теплой комнате, если накрыть его шубой? Ответ обоснуйте и подтвердите опытом.

Загадка третья:

О фамилии очень известного ученого. Подсказки:

1. Открыл атмосферу на Венере.
2. В 1755 году при его активном участии был открыт первый русский университет.
3. Написал первый русский учебник по минералогии и заложил основы современного стихосложения; руководил составлением карты России, создал мозаичные картины, изготавливал инструменты для морской навигации и построил первую химическую лабораторию в России.
4. Он был последовательным сторонником атомистики и столь же непримиримым противником теплорода.
5. Зимой 1731 году двадцати лет отроду, он пришел с обозом в Москву и только здесь начал учится.

(*Ответ:* Первый русский ученый Михайло Васильевич Ломоносов)

Вопросы.

- Почему недостижим абсолютный ноль температур?
- Что называется тепловой машиной?
- Почему КПД тепловых машин всегда меньше ста процентов?
- Обладает ли внутренней энергией тело при абсолютном нуле?
- Как был открыт в истории физики закон сохранения и превращения энергии применительно к тепловым процессам?
- В науке не существует единого общепринятого определения энергии. Как вы думаете, чем это объясняется?
- Сопоставьте понятия: «внутренняя энергия тела» и «механическая энергия тела».

Экспериментальное задание.

Имеются две пробирки с одинаковым количеством воды. Одна обернута марлей, смоченной водой, вторая обернута спиртом. Проверьте с помощью термометров, одинакова ли температура воды в обеих пробирках. Ответ объясните.

II. Заключительное слово учителя

Анализ творчества великих физиков показывает, что основным мотивом их научного труда была бескорыстная жажда постижения законов природы, источником счастья и смыслом жизни. Но нередко результаты труда, а порой и сама возможность заниматься им требовали от ученого мужества поступать в соответствии с высокими нравственными принципами.

Урок 27. Двигатель внутреннего сгорания

Цель: продолжить знакомить учащихся с физическими принципами действия тепловых двигателей на примере двигателя внутреннего сгорания.

Демонстрации: модель двигателя внутреннего сгорания; выполнение работы при сгорании воздушно-бензиновой смеси.

Ход урока

I. Изучение нового материала

Говоря о создании нового типа тепловой машины – двигателя внутреннего сгорания, – нужно отметить, что это явилось логическим продолжением развития новых, более совершенных типов машин.

В 1860 г. француз Э. Ленуар построит устройство, в котором горючее сжигалось внутри самого устройства, а не снаружи, как это было у паровой машины. Модель была несовершенной, КПД не превышал 3%.

Спустя 18 лет немецкий изобретатель Отто создал двигатель внутреннего сгорания, который работал по четырехтактной схеме: впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск отработанных газов. Именно модификации этого двигателя и получили наибольшее распространение.

Бензиновый двигатель построили в 1886 г. Это сделал немецкий инженер Даймлер. Горючая смесь (смесь бензина и воздуха) образовывалась при помощи устройства, которое называлось карбюратором.

Далее на примере модели можно рассказать об устройстве и принципе работы двигателя внутреннего сгорания. Особое внимание следует уделить тому, как поршень выводится из двух крайних точек, которые называются «мертвыми точками». Для этого предусмотрено массивное маховое колесо, которое насажено на вал двигателя.

Важно понять назначение каждого такта в полном цикле работы.

Первый такт – впуск. Открывается впускной клапан, поршень движется вниз, рабочая смесь занимает весь объем цилиндра.

Второй такт – сжатие. Клапаны закрыты. Поршень движется, рабочая смесь сжимается, и при минимальной рабочей смеси происходит воспламенение от искры.

Третий такт – рабочий ход. При сгорании рабочей смеси давление газов составляет 5–7 МПа, а температура 1500–2200°С. Поршень под действием газов движется вниз, температура газа уменьшается. Именно на этом этапе и происходит преобразование части внутренней энергии в механическую. Это и называется рабочий ход.

Четвертый такт – выпуск. Поршень начинает двигаться вверх, открывается выпускной клапан, и отработанные газы выходят в окружающую среду.

За счет системы зажигания в четырехцилиндровом двигателе в каждом такте один из цилиндров реализует рабочий ход. Это позволяет коленчатому валу подводить энергию часто и равномерно.

В современных машинах коленчатый вал может совершать от 3000 до 8000 оборотов в минуту.

Кроме двигателя внутреннего сгорания, который работает по четырехтактной схеме, есть и двухтактные двигатели, но они не нашли широкого применения.

Немецкий инженер Р. Дизель в 1897 г. изобрел двигатель, в котором сжимали воздух и в момент максимального сжатия в камеру сгорания при помощи форсунки делали впрыск топлива. Далее, раскаленные газы перемещали поршень, и происходило преобразование внутренней энергии в

механическую. Такой двигатель не имел карбюратора, был достаточно экономичным и надежным.

КПД дизельных двигателей достигает 35–44%, тогда как у двигателей внутреннего сгорания он не превышает 25–32%. Дизельные двигатели нашли широкое применение в тракторах, большегрузных машинах, на кораблях, передвижных электростанциях.

Если говорить о развитии автомобилей, то, начиная с 1886 г., когда Г. Даймлер создал первый автомобиль с бензиновым двигателем, более чем за столетний этап человечество успело многого достичь. Большая роль в развитии автомобилестроения принадлежит Генри Форду, который в начале XX века начал выпуск автомобилей с конвейера.

В России первые автомобили начали строить в начале XX века. В настоящее время крупнейшими производителями являются автомобильные заводы в Тольятти и в Набережных Челнах. На первом заводе выпускают легковые автомобили «ВАЗ», а на втором – грузовики «КамАЗ».

Интересно, что первые автомобили развивали скорость не более 25 км/ч, в то время как современные автомобили могут развивать скорость до 200–350 км/ч, а отдельные спортивные модели с газотурбинными двигателями разгоняются до 900 км/ч. Рекорд скорости принадлежит ракетному автомобилю «Траст SSC», который развил скорость 1227,9 км/ч.

Подводя итог урока, следует отметить, что научно-технический прогресс неуклонно совершенствует конструкцию, технические характеристики автомобилей.

Важным на современном этапе является создание новых экономичных и экологически чистых машин. Это – машины нового века, новых технологий. Это – машины будущего.

II. Доклады учащихся

Оставшуюся часть урока можно посвятить прослушиванию докладов, подготовленных учениками.

Домашнее задание

§ 22–23 учебника; вопросы и задания к параграфу.

Урок 28. Контрольная работа № 2 «Изменение агрегатных состояний вещества» и «Тепловые двигатели»

Цель: оценить знания, умения и навыки учащихся по изученной теме.

Уровень 1

Вариант I

1. Можно ли в медной кастрюле расплавить стальную деталь?
2. При какой температуре происходит испарение воды?
3. Приведите примеры превращения внутренней энергии пара в механическую энергию тела.

Вариант II

1. Какие из веществ, указанных в таблице, отвердевают при температуре ниже 0 °С?
2. Какие виды тепловых двигателей вам известны?
3. Какое из приведенных в таблице веществ кипит при самой низкой температуре?

Уровень 2

Вариант I

1. Определите по чертежу (рис. 6):
   а) Каким процессам соответствуют участки графика ВС и СЕ?
   б) Для какого вещества составлен данный график?
   в) В какой из точек (В или С) молекулы данного вещества обладают большим запасом кинетической энергии? Почему?
2. Сколько потребуется теплоты для испарения 100 г спирта, взятого при температуре кипения? (*Ответ:* 90 кДж.)

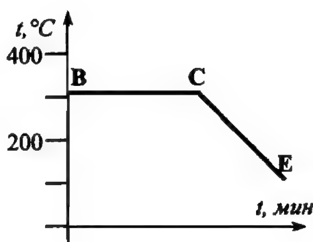


Рис. 6

3. На сколько джоулей увеличится внутренняя энергия 2 кг льда, взятого при температуре плавления, если он растает? (*Ответ:* 660 кДж.)

Вариант II

1. Почему не получают ожога, если кратковременно касаются горячего утюга мокрым пальцем?
2. Какое количество теплоты необходимо для плавления 100 г олова, взятого при температуре 32 °С? (*Ответ:* 10,9 кДж.)
3. На сколько джоулей увеличится внутренняя энергия 3 кг воды при обращении ее в пар? Температура воды 100 °С. (*Ответ:* 6,8 МДж.)

Уровень 3

Вариант I

1. Луна полностью лишена воздушной оболочки. Может ли при этих условиях верхний слой лунного грунта быть влажиым? Объясните.
2. На рис. 7 изображен график изменения температуры олова:
   а) как изменяется температура олова на участках АВ, ВС и CD?
   б) как изменяется внутренняя энергия олова на этих участках? Почему?

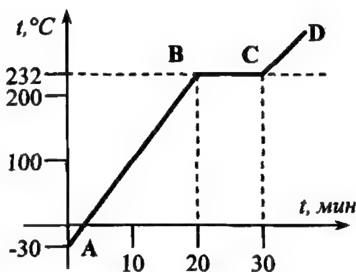


Рис. 7

в) какому состоянию олова соответствует отрезок графика ВС?

3. Медное жало паяльника массой 59 г остывает от 432 °С до 232 °С. 40% теплоты, выделяющейся при этом, полезно используется на плавление олова. Определите, какую массу олова, взятого при температуре плавления, можно расплавить за счет этой теплоты. (*Ответ:* 30,4 г.)

Вариант II

1. Какой вид механической энергии водяного пара используется в паровых турбинах?
2. На рис. 8 изображен график плавлення льда и нагревания воды:
   а) какая температура была в конце наблюдения?
   б) через какое время после начала наблюдения вода закипела?
   в) какому состоянию воды соответствует отрезок графика DE?

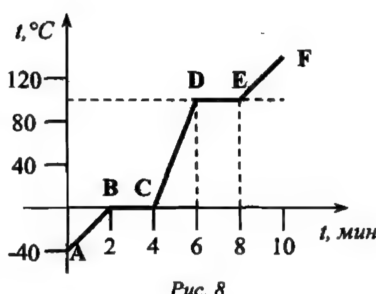


Рис. 8

3. Железная гиря массой 5 кг остывает от 1128 °С до 327 °С. Сколько свинца, взятого при температуре 27 °С, можно расплавить за счет теплоты, выделившейся при остывании железной гири? (*Ответ:* 27,5 кг.)

Уровень 4

Вариант I

1. Почему при сжатии воздуха в цилиндре дизеля или горючей смеси в двигателе внутреннего сгорания его температура увеличивается?
2. Чугунная и алюминиевая детали одинаковой массы находятся при температуре 20 °С. Для плавления какой из этих деталей необходимо большее количество теплоты? Во сколько раз больше? (*Ответ:* для алюминиевой в 1,3 раза больше.)
3. На электроплитке нагревали 1,2 л воды от 10 °С до 100 °С. При этом 3% ее обратилось в пар. Сколько времени длилось нагревание, если мощность плитки 800 Вт, а ее КПД 65%? (*Ответ:* 17,2 мин.)

Вариант II

1. Когда газ в цилиндре двигателя внутреннего сгорания обладает большей внутренней энергией: в начале или в конце рабочего хода? Почему?
2. С какой скоростью должен лететь кусок льда массой 1 кг, чтобы при ударе о каменную стену он полностью расплавился? Температура льда 0 °С. (*Ответ:* 812 м/с.)
3. В кусок льда массой 100 г и температурой –10 °С влили 1,5 кг расплавленного свинца при температуре плавления. Сколько воды обратится в пар, если свинец остыл до температуры 27 °С? Потерями энергии пренебречь. (*Ответ:* 9,74 г.)

Вариант урока 28. Урок-соревнование по теме «Тепловые явления»

Цели: активизировать познавательную деятельность учащихся на уроках физики; учить работать в коллективе.

Ход урока

На заключительном этапе изучения курса физики в восьмом классе такая форма урока как урок-соревнование является очень полезной: можно не только проверить качество усвоения материала по разделу «Тепловые явления», но и сделать вывод о наличии неформальных лидеров среди учащихся класса.

Для игры класс разбивается на несколько групп. За 2–3 дня до урока каждой группе раздается в качестве домашнего задания по несколько интересных вопросов, причем каждый ученик готовит ответы самостоятельно, а на уроке при ответах используется уже итог коллективного творчества.

Право задавать вопросы командам-соперницам и отвечать на поступающие вопросы по решению капитана команды получает кто-либо из команды.

При этом учитель является на уроке главным судьей, который не только задает правила игры, но и ведет подсчет очков, заработанных каждой командой. Особое внимание обращается на то, что каждый ответ оценивается, например, максимальной оценкой 6 баллов. При этом за ответ можно давать любое количество баллов, в зависимости от его полноты.

Содержание вопросов, которые получают команды перед игрой, известно только участникам данной команды. Это позволит повысить интерес данной игры, умение концентрировать свои усилия при подготовке ответов на вопросы.

Команде дается не более одной минуты на подготовку ответа.

Существенные дополнения по вопросу участниками различных команд также оцениваются. При этом нужно следить за предоставлением одинаковых возможностей для ответов всех команд.

В качестве дополнительных судей можно пригласить 2–3 старшеклассников. Это заметно облегчит труд учителя.

Примерным набором качественных задач для четырех команд могут стать такие варианты:

Вариант I

1. Загорится ли наполненный до краев водой бумажный стаканчик, если его поставить на пламя спиртовки?
2. Влияет ли ветер на показания термометра?
3. Будет ли кипеть вода в стакане, плавающем в сосуде, в котором кипит вода?
4. Люди научились обрабатывать бронзу раньше, чем железо. Почему?
5. Выпал мокрый снег. Каким способом можно определить процентное содержание влаги в нем?

Вариант II

1. Свежеиспеченный хлеб весит больше, чем тот же хлеб, остывший. Почему?
2. Почему в резиновой одежде трудно переносить жару?
3. Для варки клея устраивают сосуд с двойными стенками, между которыми наливают воду. Зачем это делают?
4. Почему вода в водоемах начинает замерзать с поверхности?
5. Когда лед может быть нагревателем?

Вариант III

1. Почему от горящих поленьев с треском отскакивают искры?
2. При заваривании кофе температура воды должна быть не более 100 °С, но при этом кипеть не должна. Как это можно осуществить?
3. Почему в мороз снег скрипит под ногами?
4. В холодное время года можно наблюдать, как дождевые капли, падая на землю, замерзают, образуя гололед. Почему капли дождя так быстро замерзают?
5. Почему коньки хорошо скользят по льду? Почему в морозы это скольжение ухудшается?

Вариант IV

1. Как предохранить воду от испарения при хранении в открытом сосуде?
2. Парообразование при кипении происходит при постоянной температуре, а парообразование при испарении – с понижением температуры. Чем обусловлена эта разница?
3. Почему сильная жара труднее переносится в болотистых местах, чем в сухих?
4. Почему морская вода не замерзает прн 0 °С?
5. Одну из бутылок с водой положили на лед при 0 °С, вторую опустили в воду с температурой 0 °С. Замерзнет ли вода в какой-нибудь из них?

Безусловно, учитель и судьи из старшеклассников сами должны очень хорошо знать ответы на все вопросы. Среди всех вопросов четырех вариантов есть очень простые и те, над которыми следует подумать.

Подведение итогов подобного соревнования должно быть основано не только на формальном определении команды-победителя по числу набранных баллов, но и по фактическому участию каждого члена команды в соревновании.

Можно отдельно отметить тех участников, ответы которых были не только самыми полными, но, в первую очередь, самыми оригинальными и убедительными.

Для того чтобы отметить победителей и участников, можно придумать и сделать руками учеников модели медалей и переходящего кубка, так как подобные уроки могут стать традиционными во всех параллелях школы.

Глава III
Электрические явления

Урок 29. Электризация тел. Два рода зарядов

Цели: ознакомить учащихся с явлением электризации тел; доказать существование двух типов зарядов и объяснить их взаимодействие.

Демонстрации: электризация различных тел; два рода электрических зарядов; взаимодействие наэлектризованных тел.

Ход урока

I. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Электризация тел.
> 2. Электрический заряд.
> 3. Два рода электрических зарядов.

Перед началом изучения новой темы необходимо проанализировать результаты тематического оценивания по теме «Изменение агрегатных состояний вещества», дать краткую характеристику наиболее часто встречающихся ошибок.

Новая тема включает изучение простейших электростатических явлений, первоначальных сведений о строении атома и объяснение электростатических явлений на основе электронных представлений.

При изучении этой темы демонстрируются простейшие электростатические явления. В процессе изложения материала взаимоотношение эксперимента и теории может быть различным. Но в основном возможны два варианта изложения. Выбор одного из них в каждом конкретном случае определяется, в первую очередь, уровнем подготовки учащихся, запасом имеющихся у них знаний и умений.

В *первом варианте* изложения учащимся вначале демонстрируют явления, то есть накапливаются и обобщаются факты, которые затем объясняются.

Во *втором варианте* вначале вводят представления о строении атома и уже на их основе теоретически анализируются различия в демонстрируемых на уроке явлениях, вскрываются особенности этих явлений, а иногда и предсказывается характер их протекания при заданных условиях.

1. Изучение электростатических явлений начинают с демонстрации электризации тел. Обычно говорят об электризации при трении. В действительности электризация тел происходит при *соприкосновении*, а к трению в опытах прибегают для *увеличения площади* соприкосновения тел. Поэтому правильнее говорить об электризации тел при соприкосновении. Необходимо подчеркнуть, что после соприкосновения тела разделяют.

Опыты по электризации общеизвестны. Демонстрации проводят с помощью эбонитовой палочки и палочки из органического стекла. Очень

удобны пластинки для электризации (эбонитовая, из органического стекла и металла).

По мере проведения опытов учитель задает учащимся вопросы:

- Как можно определить, заряжены ли тела?
- Как показать, что при соприкосновении электризуются оба тела?
- Назовите вещества, электризацию которых вам приходилось наблюдать в домашних условиях. При каких обстоятельствах это происходило?

После обсуждения демонстраций делаются следующие выводы:

а) явления, в которых тела приобретают свойства притягивать другие тела, называют ***электризацией***;

б) в электризации всегда участвуют *два* тела. При этом электризуются *оба* тела.

2. В ходе опытов необходимо обратить внимание учащихся на то, что наэлектризованные тела взаимодействуют друг с другом с разными силами. Почему? Пытаясь разобраться с этим вопросом, подводим учащихся к понятию «электрический заряд».

Электрический заряд – это мера свойств заряженных тел определенным образом взаимодействовать друг с другом.

Важно подчеркнуть, что электрический заряд всегда связан с каким-либо телом (или частицей) и не может существовать сам по себе, так как он характеризует определенные свойства частиц (или тел).

3. Понятие о двух родах электрических зарядов вводят на основе изучения взаимодействия наэлектризованных тел:

а) существуют два рода электрических зарядов – положительные и отрицательные;

б) тела, имеющие электрические заряды одинакового знака, взаимно отталкиваются, а тела, имеющие заряды противоположного знака, взаимно притягиваются.

- Как взаимодействуют между собой две эбонитовые палочки, натертые мехом?
- Как взаимодействуют эбонитовая палочка, натертая мехом и стеклянная палочка, натертая шелком?

Заряд наэлектризованной стеклянной палочки условно назвали ***положительным***, а эбонитовой (янтарной) – ***отрицательным***.

II. Закрепление изученного

С целью закрепления материала в конце урока можно коллективно разобрать ряд простых качественных задач по теме, например:

- Какие опыты доказывают, что существуют электрические заряды двух видов?
- Иногда при окраске пульверизатором металлической поверхности ей сообщают заряд одного знака, а капелькам краски – заряд противоположного знака. Для чего это нужно?
- Можно ли наэлектризовать эбонитовую палочку трением об эбонитовую пластинку?

– Возьмите пластмассовую линейку и потрите ее о сухой лист бумаги. Докажите на опыте, что линейка наэлектризована. В чем это проявляется?

Домашнее задание

1. § 25, 26 учебника; ответить на вопросы к параграфу (с. 60).
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1169, 1171, 1172.

Дополнительный материал

Историческая справка

История изучения электричества интересна и поучительна. Некоторые, наиболее существенные исторические примеры можно использовать на уроках для повышения интереса к теме.

Греческий философ Фалес Милетский, живший в 624–547 гг. до н.э., открыл, что янтарь, потертый о мех, приобретает свойство притягивать мелкие предметы – пушинки, соломинки и т. п. Это свойство в течение ряда столетий приписывалось только янтарю, от названия которого и произошло слово «электричество».

Рождение учения об электричестве связано с именем Уильяма Гильберта (1540–1603, Англия). Он был одним из первых ученых, утвердивших опыт, эксперимент как основу исследования. Он показал, что при трении электризуется не только янтарь, но и многие другие вещества и что притягивают они не только пылинки, но и металлы, дерево, листья, камешки и даже воду и масло.

Следующим этапом в развитии учения об электричестве были опыты немецкого ученого Отто фон Герике (1602–1686). Он построил первую электростатическую машину, основанную на трении. С помощью этого прибора Герике обнаружил, что кроме притяжения, существует и электрическое отталкивание.

Два вида электричества

Более 250 лет прошло с тех пор, как стало известно о существовании двух видов электричества. В 1733 году французский физик Ш. Дюфе опубликовал во французском и английском журналах статьи, в которых описал результаты своих опытов по электризации различных тел.

Из многочисленных и остроумно поставленных экспериментов Дюфе сделал вывод, что существуют два вида электричества. Одно электричество возникает при натирании копала (ископаемой смолы), воска, шелка и многих других веществ. Другое появляется при натирании стекла, горного хрусталя, драгоценных камней, шерсти и др. Поэтому Дюфе назвал первое из них *смоляным*, а второе *стеклянным* электричеством. Тело, обладающее любым из двух видов электричества, притягивает к себе легкие тела (именно это свойство еще с античных времен обозначалось словом «электричество»). Различие же состоит в том, что тела, заряженные одним и тем же электричеством (стеклянным или смоляным), отталкивают друг друга, но если одно тело заряжено стеклянным, а другое смоляным электричеством, то они взаимно притягиваются.

Так были установлены фундаментальные факты: наличие двух видов электричества и существование электрических сил притяжения и отталкивания. Естественно возникает вопрос о том, как же появляется у тел то или иное электричество. В то время об этом можно было строить только догадки.

Флюид Франклина. Одна такая догадка была высказана в 1750 году американским физиком (а также известным государственным и общественным деятелем, одним из руководителей борьбы американских колоний за независимость) Б. Франклином.

По Франклину, в каждом теле содержится особое электрическое вещество (флюид, как тогда говорили), что-то вроде электрической жидкости. Частицы этой электрической жидкости отталкиваются друг от друга, но сильно притягиваются частицами тела, так что всякое тело действует на электрическую жидкость подобно губке, втягивающей в себя воду (частицы электрической жидкости много меньше частиц самого тела, иначе они не могли бы проникать внутрь тела). Но присутствие электрической жидкости в теле не делает его наэлектризованным, если она содержится в теле в некотором, так сказать, нормальном количестве. При натирании же одного тела другим часть электрической жидкости перетекает из одного тела в другое, вот тогда-то оба тела и становятся наэлектризованными. То тело, в которое электрическая жидкость перетекла и в котором поэтому создается ее избыток по сравнению с нормальным количеством, становится обладателем стеклянного электричества. Второе тело, в котором электрической жидкости оказывается меньше нормального количества, заряжается смоляным электричеством. Однако Франклин дал этим двум видам электричества другие названия. Стеклянное электричество (им обладают тела с избытком электрической жидкости) Франклин назвал положительным, а смоляное (которым обладают тела с недостатком электрического флюида) – отрицательным. Эти названия, как известно, сохранились до наших дней, впрочем, как и другие термины, введенные в науку об электричестве Франклином: заряд, разряд, конденсатор, батарея, проводник и так далее

Электричество и … чулки. *Другое объяснение было* предложено в 1759 году англичанином Р. Симмером. Поводом для этого послужили довольно занятные наблюдения, проведенные им.

Симмер имел обыкновение носить две пары чулок: черные шерстяные для тепла и белые шелковые для красоты. Снимая с ноги сразу оба чулка и выдергивая один из другого, Симмер видел, как оба чулка раздуваются, воспроизводят форму ноги и притягиваются друг к другу. Однако чулки одного цвета, как черные, так и белые, друг от друга отталкиваются. Если держать в одной руке два белых, а в другой два черных чулка, то при сближении рук взаимное отталкивание одноцветных чулок и притяжение разноцветных приводит к забавной возне между ними – чулки противоположных цветов как бы набрасываются друг на друга и сплетаются в один причудливый клубок.

Эти наблюдения и привели Симмера к заключению, что в каждом теле имеется не одна, а две электрические жидкости – положительная и отрицательная, содержащиеся в теле в одинаковых количествах. При натирании двух тел какая-то из них может перейти из одного тела в другое, тогда в одном теле окажется избыток одной из жидкостей, а в другом – ее недостаток.

Электрический конфликт. Так появились два представления об электричестве. Долгое время, почти полтора столетия, ни одна из них не получала всеобщего признания.

Когда в конце XVII – начале XIX веков появилась возможность получать и изучать постоянный электрический ток, возник спор о том, что именно «течет» в цепи, содержащей источник тока и проводники. Были сомнения в том, одинаковы ли электричество, которое получают при натирании тел, и то, что течет в электрической цепи. Последнее получило даже специальное название – гальваническое электричество. Но все же многие считали, что в проводниках электрической цепи текут одновременно два симмеровских электричества, и называли электрический ток… электрическим конфликтом, поскольку эти электричества текут в противоположных направлениях. Так, например, когда в 1820 году X. Эрстед издал брошюру, в которой описывалось открытое им действие тока на магнитную стрелку, он назвал ее так: «Опыты, относящиеся к действию электрического конфликта на магнитную стрелку».

Тогда читателям было понятно это странное для нас название, и брошюра имела успех ввиду фундаментальной важности сделанного открытия.

Окончательное разрешение старый спор двух теорий – Франклина и Симмера – получил лишь в конце XIX – начале XX веков. Теперь мы знаем, что победителем в споре надо признать Симмера. «Электрические жидкости Симмера» – это отрицательно заряженные электроны и положительно заряженные протоны, которые в одинаковом числе содержатся в каждом нейтральном теле, в каждом атоме вещества.

Но кое-что оказалось верным в теории Франклина: при натирании тел переходить с одного тела на другое может только один «флюид» – отрицательно заряженные электроны. Однако тело, на которое они переходят, становится отрицательно заряженным, в то время как Франклин считал его заряженным положительно. Это связано с тем, что Франклин счел нужным назвать положительным стеклянное электричество Дюфе. От этого выбора, сделанного Франклином, следует и то, что электрону мы приписываем отрицательный знак заряда, и то, что за направление электрического тока принимается направление движения положительных зарядов, хотя в подавляющем большинстве проводников, прежде всего, металлических, фактически движутся отрицательно заряженные частицы. В электролитах и газах электрический ток – это встречное движение и положительных, и отрицательных частиц. Но теперь никто это не считает электрическим конфликтом.

Урок 30. Электроскоп. Электрическое поле

Цели: ознакомить учащихся с устройством электроскопа; сформировать представления учащихся об электрическом поле и его свойствах.

Демонстрации: устройство и принцип действия электроскопа; проводники и непроводники электричества; обнаружение поля заряженного шара.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

С целью повторения материала, изученного на предыдущем уроке, можно провести краткий фронтальный опрос:

- Какие два типа зарядов существуют в природе, как их называют и обозначают?
- Как взаимодействуют между собой тела, имеющие одноименные заряды? Приведите примеры.
- Как взаимодействуют между собой тела, имеющие разноименные заряды? Приведите примеры.
- Может ли одно и то же тело, например эбонитовая палочка, при трении электризоваться то отрицательно, то положительно?
- Можно ли при электризации трением зарядить только одно из соприкасающихся тел? Ответ обоснуйте.
- Правильно ли выражение: «При трении создаются заряды»? Почему?

II. Лабораторная работа

Исследование электризации различных тел

Приборы и материалы: гильза бумажная на шелковой нити, подвешен-

ная на штативе; линейка измерительная из оргстекла; полоска резиновая размером 30 × 300 мм; пленка полиэтиленовая 30 × 300 мм; полоска бумажная размером 30 × 300 мм; кусок капроновой ткани.

Порядок выполнения работы

1. Наэлектризуйте друг о друга (трением, прижатием, ударами) линейку из оргстекла и резиновую полоску (оргстекло при взаимодействии с резиной заряжается положительно).

2. Зарядите бумажную гильзу, висящую на нити, при помощи заряженной линейки.

3. Подносите заряженные линейку и резиновую полоску поочередно к заряженной гильзе, не касаясь ее, и наблюдайте их взаимодействие. Какими зарядами заряжены гильза и резиновая полоска?

4. Определите с помощью заряженной гильзы знаки зарядов у предложенных вам тел после их электризации друг о друга. Результаты опытов внесите в таблицу:

Электризуемые тела	об оргстекло	о резину	о полиэтилен	о бумагу	о капрон
Оргстекло	0	+			
Резина	–	0			
Полиэтилен			0		
Бумага				0	
Капрон					0

III. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Устройство и принцип действия электроскопа и электрометра.
2. Проводники и диэлектрики.
3. Электрическое поле.
4. Электрические силы.

1. Для изучения свойств заряженных тел издавна пользовались ***электроскопами***. Конструкция их проста: через пластмассовую пробку в металлической оправе проходит металлический стержень, на конце которого закреплены два листика тонкой бумаги. Оправа с двух сторон закрыта стеклом.

Демонстрируя устройство и принцип действия электроскопа, учитель задает учащимся вопросы:

– Как при помощи листочков бумаги обнаружить, наэлектризовано ли тело?
– Как по углу расхождения листочков электроскопа судят о его заряде?

Для опытов с электричеством используют и другой, более совершенный прибор – ***электрометр***. Здесь легкая металлическая стрелка заряжается от металлического стержня, отталкиваясь от него на тем больший угол, чем больше они заряжены.

2. Проводники и диэлектрики. Понятие о проводниках и диэлектриках можно ввести на основании опытов. Возьмем два электрометра и один из них зарядим. Соединяя электрометры металлической палочкой, убеждаемся, что электрический заряд передается от одного электрометра к другому. Тела, обладающие таким свойством, называются ***проводниками***. К хорошим проводникам относятся металлы, растворы кислот, щелочей, солей и так далее. Соединяя электрометры каучуковой палочкой, убеждаемся, что заряд в этом случае не передается. Эти вещества называются ***изоляторами*** (или ***диэлектриками***). Диэлектриками являются фарфор, эбонит, стекло, резина, пластмассы, воздух и др.

3. Электрическое поле. Механическое действие тел друг на друга происходит или при непосредственном соприкосновении тел, или при наличии между ними какого-либо материального посредника. Так, при ударе двух шаров осуществляется непосредственный контакт обоих взаимодействующих тел, а при буксировке одного автомобиля другим действие первого автомобиля ко второму передается через третье тело – трос. Во всех случаях, когда между двумя взаимодействующими телами нет контакта, можно обнаружить такое «третье тело», которое, являясь посредником, передает действие от одного тела к другому, причем действие передается с конечной скоростью. Так, действие звучащего тела на барабанную перепонку уха передается через воздух с конечной скоростью (скорость звука).

Иное дело – взаимодействие электрических зарядов. Заряженные тела действуют друг на друга, хотя на первый взгляд нет никакого посредника между ними (воздух таким посредником быть не может, так как электрическое взаимодействие происходит и в вакууме).

Согласно учению английских физиков Фарадея и Максвелла, вокруг заряженных тел существует среда, посредством которой и осуществляется электрическое взаимодействие. Пространство, окружающее один заряд, воздействует на пространство, окружающее другой заряд и наоборот. Посредником в этом взаимодействии и является электрическое поле.

Электрическое поле – форма материи, посредством которой осуществляется электрическое взаимодействие заряженных тел, оно окружает любое заряженное тело и проявляет себя по действию на заряженное тело.

Главное свойство электрического поля заключается в его способности действовать на электрические заряды с некоторой силой. Силу, с которой электрическое поле действует на внесенный в него электрический заряд, называют ***электрической силой***.

Нетрудно показать, что направление сил, действующих в электрическом поле, зависит от знака заряда тела, вокруг которого существует поле, их значение – от расстояния рассматриваемой точки до заряженного тела.

Для конкретизации представлений учащихся об электрическом поле полезны демонстрации опытов с султанами и демонстрация спектров электрического поля. Демонстрация спектров электрического поля, возникающего вокруг заряженных тел, помогает создать у учеников геометрический образ электрического поля.

IV. Закрепление изученного

Если в конце урока остается время, с целью закрепления материала можно коллективно обсудить ряд качественных задач по теме, например:

- Чем отличается пространство, окружающее заряженное тело, от пространства, окружающего незаряженное тело?
- Как можно обнаружить электрическое поле?
- Если к заряженному металлическому шарику прикоснуться пальцем, он теряет практически весь заряд. Почему?
- Правильно ли утверждение, что два заряда, равные по модулю, но противоположные по знаку, уничтожаются, если их поместить на один и тот же проводник?
- Что общего между гравитационным и электрическим взаимодействием? Каковы наиболее заметные отличия?
- Достаточно ли просто коснуться шарика электроскопа заряженной эбонитовой палочкой, чтобы стрелка электроскопа заметно отклонилась?

Домашнее задание

1. § 27, 28 учебника; ответить на вопросы к параграфам.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1187, 1201, 1205.

Дополнительный материал

Майкл Фарадей
(1791–1867)

Майкл Фарадей родился в предместье Лондона в семье кузнеца. Майкл получил только начальное образование и с 13 лет работал переплетчиком в книжной лавке. Именно там он развил свои знания путем систематического самообразования, читая книги, которые переплетал.

Однажды Майкл Фарадей посетил одну из лекций Хемфри Деви, великого английского физика, изобретателя безопасной лампы для шахтеров. Фарадей сделал подробную запись лекции, переплел ее и послал Деви. Тот был настолько поражен, что предложил Фарадею работать в качестве секретаря. Вскоре Деви отправился в путешествие по Европе и взял с собой Фарадея.

Вернувшись в Лондон в 1815 году, Фарадей начал работать ассистентом в одой из лабораторий Королевского института в Лондоне. А в 1825 году он сменил Деви на посту директора лаборатории. В здании института Фарадей прожил всю свою жизнь, замкнуто и скромно.

Когда в 1835 году друзья выхлопотали ему государственную пенсию, он отказался ее принять. Только после того, как к нему обратился министр финансов Англии лорд Мельбурн, Фарадей изменил свое решение.

Основные работы Фарадея связаны с электричеством и магнетизмом. Намотав в виде спирали проволоку на кусок железа, он доказал, что при прохождении через нее электричества железо превращается в магнит. Затем Фарадей ударил железо и выяснил, что магнитные свойства спирали не изменились. Этот прибор был назван им электромагнитом.

Джеймс Клерк Максвелл
(1831–1879)

Джеймс Клерк Максвелл родился в Эдинбурге в семье шотландского дворянина. Он получил образование в Эдинбургском и Кембриджском университетах. В 1860 г.

Максвелл стал профессором Лондонского университета, где он основал первую в Англии специально оборудованную физическую лабораторию. В 1860 г. он был избран членом Лондонского Королевского общества Академии наук Англии.

Одну из своих ранних научных работ – исследование об овальных кривых – Максвелл написал еще в 15-летнем возрасте. Будучи студентом Эдинбургского университета, он сделал в Эдинбургском Королевском обществе Академии наук Шотландии доклад о равновесии упругих тел, доказал теорему, известную ныне в теории упругости и сопротивления материалов как теорема Максвелла.

В 1855 г. Максвелл провел ряд исследований по теории цветового зрения. В том же году он начал исследование «О Фарадеевых силовых линиях», которое продолжал, по существу, в течение всей своей жизни.

«Я старался, – писал Максвелл, – ... представить математические идеи в наглядной форме, пользуясь системами линий или поверхности, а не употребляя только символы, которые и не особенно пригодны для изложения взглядов Фарадея и не вполне соответствуют природе объясняемых явлений».

И далее: «Электромагнитное поле – это та часть пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии».

Таково первое в истории физики определение электромагнитного поля. Фарадей начал разработку идеи. Максвелл блестяще завершил ее, создав теорию электромагнетизма.

Дальнейшее развитие этой теории привело Максвелла к выводу об электромагнитной природе света.

Максвелл выразил законы электромагнитного поля в виде системы четырех дифференциальных уравнений, которые легли в основу электродинамики. Максвелл, пользуясь методами математической статистики, сформулировал в кинетической теории газов закон распределения молекул идеального газа по скоростям. Выполнил также ряд крупных работ по оптике, теории упругости, молекулярной физики.

Урок 31. Дискретность электрического заряда. Электрон

Цели: убедить учащихся в дискретности электрического заряда; дать представление об электроне как частице с наименьшим электрическим зарядом.

Демонстрации: делимость электрического заряда; перенос заряда с заряженного электроскопа на незаряженный с помощью пробного шарика; опыт Иоффе-Милликена.

Ход урока

I. Повторение изученного

Повторить материал, изученный на предыдущем уроке, можно в ходе фронтального опроса. Учитель также может провести краткую самостоятельную работу, заранее подготовив карточки с разноуровневыми заданиями, например:

Уровень 1

1. Как взаимодействуют между собой тела, имеющие разноименные заряды? Приведите примеры.

2. Как взаимодействуют между собой две стеклянные палочки, натертые шелком?

Уровень 2

1. Что можно сказать о зарядах шариков на рис. 9?
2. Что можно сказать о зарядах шарика и палочки на рис. 10?

Уровень 3

1. Можно ли при электризации трением зарядить только одно из соприкасающихся тел? Ответ обоснуйте.
2. Отрицательно заряженное тело притягивает подвешенный на нити шарик, а положительно заряженное тело – отталкивает. Можно ли утверждать, что шарик заряжен? Если да, то каков знак заряда?

Уровень 4

1. Как с помощью отрицательно заряженного металлического шарика зарядить положительно другой такой же шарик, не изменяя заряда первого?
2. Можно ли, имея два металлических шарика, из которых лишь один заряжен, сообщить полому металлическому цилиндру заряд больший, чем заряд на шарике?

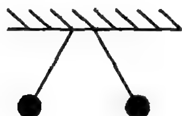


Рис. 9

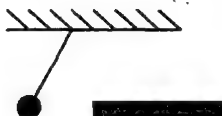


Рис. 10

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Делимость электрического заряда.
> 2. Дискретность электрического заряда. Опыты Иоффе-Милликена.
> 3. Электрон.

1. Для введения представления об электроне необходимо показать делимость и дискретность электрического заряда. Делимость электрического заряда можно показать на ряде опытов (например, при перетекании части заряда с одного заряженного тела на другое, незаряженное тело). Но тут возникает важный вопрос: как долго можно так перезаряжать электроскопы или другие заряженные тела? Существует ли предел деления заряда?

Демонстрируя опыт по переносу заряда с заряженного электроскопа на незаряженный с помощью шарика, учитель может задать вопрос классу:

– Как вы думаете, можно ли электрический заряд делить бесконечно? (Выслушиваются предположения учащихся.)

2. Дискретность электрического заряда была доказана опытами Иоффе и Милликена. А. Ф. Иоффе, изучая действие электрического поля на мельчайшие заряженные пылинки цинка, которые можно было наблюдать только в микроскоп, установил очень важную закономерность: заряд пылинок

изменялся только в целое число раз (в 2, 3, 4 и так далее) от какого-то наименьшего его значения. Этот результат можно объяснить только так: к пылинке цинка присоединяется или от нее отделяется только наименьший заряд (или целое число таких зарядов).

Вопрос классу:

– Так могут ли тела или частицы иметь заряд в 1,5 раза больше или меньше заряда электрона?

3. Электрон. Был сделан вывод о существовании в природе частицы, имеющей наименьший заряд, который более не делился. Эту частицу назвали ***электроном***.

Электрон обладает массой и энергией. Масса электрона составляет $9{,}1 \cdot 10^{-19}$ кг. За единицу электрического заряда принят один *кулон* (обозначается 1 Кл). Значение заряда электрона определил американский ученый Роберт Милликен. Он установил, что электрон имеет отрицательный заряд, равный $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

III. Закрепление *изученного*

С целью закрепления материала в конце урока можно обсудить вопросы:

– Как на опыте показать, что электрический заряд делится на части?
– Электроскопу сообщили заряд, равный $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Какому числу электронов соответствует этот заряд?
– Две легких одноименных заряженных гильзы из фольги подвешены на шелковых нитях одинаковой длины в одной точке. Что произойдет, если коснуться одной из гильз рукой?

Домашнее задание

1. § 29 учебника; ответить на вопросы к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1209, 1215, 1216.

Дополнительный материал

Роберт Эндрюс Милликен
(1868–1953)

Предложение заняться преподаванием физики в подготовительной школе Огайо застало Милликена врасплох. С одной стороны, дополнительный заработок казался совсем не лишним, а с другой – его знания в области физики были весьма скудными. Тем не менее, предложение было принято, и с 1891 по 1893 гг. Милликен преподавал физику, восполняя пробелы в своих знаниях по учебникам. Абердинский колледж присудил ему за этот курс степень магистра, а конспекты занятий, посланные руководством в Королевский колледж, принесли Милликену стипендию, благодаря чему Роберт смог продолжить образование.

Одно лето он провел в Чикагском университете у Альберта Майкельсона, тонкого знатока физического эксперимента. После этого Милликен окончательно решил стать физиком. После защиты диссертации на соискание ученой степени доктора философии по физике Милликен отправился в Европу. После поездки в Америку Роберт стал ассистентом Майкельсона и работал в Чикагском университете. Именно тогда он создал для средних школ и колледжей первые американские учебники физики.

Вскоре Милликена захватила интереснейшая, но необычайно трудная задача по определению заряда электрона, открытого в 1897 г. английским физиком Джозефом

Джоном Томсоном (1856–1940), который сумел найти только отношение заряда этой частицы к ее массе.

Построив мощную батарею для создания сильного электрического поля, Милликен разработал метод «заряженной капли». Ему удалось «подвесить» между обмотками конденсатора несколько капель масла и удержать их в течение 45 с до полного испарения.

В 1909 г. Милликен установил, что заряд капли равен одной и той же величине *e* – заряду электрона. За свои заслуги Милликен был удостоен Нобелевской премии.

Абрам Федорович Иоффе (1880–1960)

Трудно представить какого-либо ученого, который сыграл бы в организации отечественной науки роль более значительную, чем академик Иоффе.

Он создал школу, соизмеримую с теми, которые в разные годы были созданы Н. Борном и Э. Резерфордом. Им было воспитано несколько поколений российских физиков XX века, среди которых такие светила, как П. Капица, И. Семенов, И. Курчатов, А. Александров, Вполне обоснованно его называли в официальных публикациях «отцом советской физики».

Абрам Федорович родился 29 октября 1880 года в городе Ромны Полтавской губернии. В 1897 году, закончив Роменское реальное училище, он поступает в Санкт-Петербургский технологический институт. Получив диплом инженера-технолога, юноша решает продолжить образование и в 1901 г. отправляется для приобретения опыта в постановке экспериментов к В. Рентгену в г. Мюнхен. Лаборатория Рентгена поразила его. Эксперименты, которые он там проводит, успешны, а результаты настолько впечатляющи, что Абрам Иоффе задерживается в Мюнхене до 1908 года, хотя первоначально планировал стажироваться в течение одного года. Средства к существованию дает ему работа ассистента на кафедре физики.

По возвращении на родину Абрам Иоффе начинает свой трудовой путь старшим лаборантом в Санкт-Петербургском политехническом институте. В течение девяти лет защищает сначала магистерскую, а затем и докторскую диссертацию. В 1913–1915 гг. молодой исследователь избирается профессором физики, параллельно с преподавательской работой в политехническом, периодически читает лекции в Горном институте по физике. Одновременно он ведет научную работу.

Именно под его руководством создается знаменитый Физико-технологический институт.

Большая часть российских физиков XX века, оставившая след в этой науке, прямо или косвенно, ученики Иоффе или ученики его учеников. Благодаря своей необычайной общительности и открытости Абрам Федорович находился в приятельских отношениях со многими мировыми светилами. Так, например, англичанин Д. Чедвик, впоследствии Нобелевский лауреат, открыв в 1932 году нейтрон, телеграфировал об этом Иоффе.

О своих многочисленных встречах с зарубежными коллегами Абрам Федорович написал прекрасные воспоминания, которые, к сожалению, были опубликованы уже после смерти.

Скончался академик Иоффе 14 октября 1960 года. Герой Социалистического труда, орденоносец, почетный член Академии наук и физических обществ многих стран мира, Абрам Иоффе, прежде всего, был Учителем с большой буквы.

Урок 32. Строение атома. Схема опыта Резерфорда

Цель: ознакомить учеников со строением атома, планетарной моделью атома по Резерфорду.

Демонстрации: таблицы со схемой опыта Резерфорда и схемой планетарной модели атома; таблица «Периодическая система химических элементов Менделеева».

Ход урока

I. Проверка домашнего задания. Повторение изученного

После проверки домашнего задания проводится фронтальный эксперимент.

Наблюдение экранирующего действия проводника

Приборы и материалы: стрелка бумажная (или из фольги) на острие, линейка измерительная из оргстекла, кусок капроновой ткани, пластинка жестяная размером 60×90 мм.

Порядок выполнения работы:

1. Наэлектризуйте линейку, потерев ее о кусок капроновой ткани.

2. Поднесите конец заряженной линейки на некоторое расстояние к стрелке и, перемещая линейку то вправо, то влево, наблюдайте за движением стрелки.

3. Расположите металлическую пластинку вертикально между стрелкой и концом заряженной линейки. Затем снова перемещайте конец линейки около стрелки.

– Влияет ли электрическое поле заряженной линейки на стрелку?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Модели атома, существовавшие до начала XIX в.
2. Опыты Резерфорда.
3. Ядерная модель атома Резерфорда.

1. В начале века в физике бытовали самые разные и часто фантастические представления о строении атома.

Например, ректор Мюнхенского университета Фердинанд Линдеман в 1905 г. утверждал, что «атом кислорода имеет форму кольца, а атом серы – форму лепешки».

Продолжала жить и теория «вихревого атома» лорда Кельвина, согласно которой, атом устроен подобно кольцам дыма, выпускаемым изо рта опытного курильщика.

Но большинство физиков склонялись к мысли, что прав Дж. Дж. Томсон: атом – равномерно положительно заряженный шар диаметром 10^{-8} см, внутри которого плавают отрицательные электроны, размеры которых 10^{-11} см. Сам Томсон относился к своей модели без энтузиазма.

Джон Стоней еще в 1891 г. предполагал, что электроны движутся вокруг атома, подобно спутникам планет. Японский физик Хантаро Насаока в

1903 г. говорил, что атом представляет своего рода сложную астрономическую систему, подобно кольцу Сатурна.

Вопрос о строении атома изучали и русские физики: Петр Николаевич Лебедев и известный ученый-народник Николай Морозов.

Ни один из сторонников идеи планетарного атома не мог подтвердить опытом. Такой опыт в 1909 г. поставил Эрнест Резерфорд.

2. Опыты Резерфорда. Английский физик Эрнест Резерфорд, исследуя излучение радиоактивных веществ, особое внимание уделил излучению, состоящему из положительно заряженных частиц, называемых α-частицами. Он установил, что каждая α-частица, попадая на экран из сернистого цинка, вызывает вспышку света. Испытав рассеяние в золотой фольге, α-частицы ударялись затем в экран и регистрировались с помощью микроскопа.

Согласно предложенной Томсоном модели атома, α-частицы должны были бы свободно проходить сквозь атомы золота и только отдельные α-частицы могли слегка отклоняться в электрическом поле электрона. Поэтому следовало ожидать, что пучок α-частиц при прохождении через тонкую фольгу слегка расплывется на небольшие углы. Такое рассеивание на малые углы действительно наблюдалось, но совершенно неожиданно оказалось, что примерно одна α-частица из 20 000, падающих на золотую фольгу толщиной всего лишь $4 \cdot 10^{-5}$ см, возвращается назад в сторону источника.

Резерфорду понадобилось несколько лет, чтобы окончательно понять столь неожиданное рассеяние α-частиц на большие углы. Он пришел к выводу, что положительный заряд атома сосредоточен в очень малом объеме в центре атома, а не распределен по всему атому, как в модели Томсона.

3. Резерфорд предложил ядерную («планетарную») модель атома:

- атомы любого элемента состоят из положительно заряженной части, получившей название ***ядра***;
- в состав ядра входят положительно заряженные элементарные частицы – ***протоны*** (позднее было установлено, что и нейтральные ***нейтроны***);
- вокруг ядра вращаются электроны, образующие так называемую ***электронную оболочку***.

Пользуясь схемой, можно объясннть сначала строение атома водорода, имеющего один протон и один электрон. Затем рассматривается ядерная модель строения более сложных атомов – гелия и лития. В качестве упражнения может быть рассмотрено строение атомов более сложных элементов.

В процессе рассмотрения строения атомов различных элементов, учитель задает вопросы:

- Чем отличаются друг от друга атомы различных химических элементов?
- Что является главной характеристикой определенного химического элемента?
- Какие частицы входят в состав ядра?

Необходимо отметить, что атом, потерявший (или приобретший) один или несколько электронов, уже не является нейтральным, а будет иметь

положительный (или отрицательный) заряд. Его называют ***положительным*** (или ***отрицательным***) ***ионом***.

Заряд ядра атома $q_я = Z_e$, где e – элементарный электрический заряд; Z – порядковый номер элемента в таблице Менделеева, определяет число электронов в атоме. Химические свойства зависят только от зарядового числа.

Ядро состоит из протонов и нейтронов:

$$A = Z + N$$

$$Z_p = Z_n,$$

где Z – число протонов в ядре, N – число нейтронов; A – массовое число (суммарное число нуклонов в ядре).

$$1 \text{ а.е.м.} = 1{,}66058 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

III. Закрепление изученного

Если на уроке остается время, его желательно посвятить разбору решения задач по изученной теме, например:

– В ядре атома углерода содержится 12 частиц. Вокруг ядра движутся 6 электронов. Сколько в ядре этого атома протонов и нейтронов?
– Сколько протонов, нейтронов, электроиов в положительном ионе лития?
– Во что превратится атом натрия, если «убрать» из его ядра один протон, не изменяя количество электронов?
– Что имеет большую массу: атом лития или положительный ион лития? Атом хлора или отрицательный ион хлора?

Домашнее задание

1. § 30 учебника; ответить на вопросы к параграфу; выполнить упражнения к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1218, 1219.

Дополнительный материал

Эрнест Резерфорд

Эрнест родился 30 августа 1871 г. вблизи г. Нелсон (Новая Зеландия) в семье переселенца из Шотландии. Эрнест был четвертым из 12 детей. Мать работала сельской учительницей. Отец организовал деревообрабатывающее предприятие. Под руководством отца мальчик получил хорошую подготовку для работы в мастерской, что впоследствии помогало ему при конструировании и постройке научной аппаратуры. Окончив школу в Хавелоке, где в это время жила семья, он получил стипендию для продолжения образования в колледже Нелсон, куда поступил в 1887 г. В колледже на него оказали большое влияние его учителя: преподаватели физики, химии и математики.

Его магистерская работа касалась обнаружения высокочастотных волн.

В 1891 г., будучи студентом 2-го курса, Эрнест выступил в кружке с докладом «Эволюция элементов». Название доклада удивило всех слушателей. Он заявил, что все атомы – сложные вещества и построены из одних и тех же составных частей. Большинство участников кружка посчитало доклад лишенным здравого смысла. Но через 12 лет молодой ученый уже имел первые неопровержимые экспериментальные доказательства.

В 1903 г. его избирают членом Лондонского Королевского общества, а в 1907 г. Эрнест возвращается в Англию и занимает должность профессора кафедры физики Манчестерского университета. В университете Резерфорд вместе с Гейгером развернул работы по подсчету λ-частиц с помощью сцинтилляционного метода. В 1908 г. Резерфорд становится Нобелевским лауреатом за исследование радиоактивных элементов.

С 1925–1930 гг. Эрнест Резерфорд – президент Королевского общества, а в 1931 г. получил титул барона и стал лордом. Школа Резерфорда становится самой большой в Манчестере.

В 1937 г. 19 октября Эрнест Резерфорд умер. Его смерть стала огромной утратой для науки.

«С уходом из жизни Эрнеста закончился путь одного из величайших людей, работавших в науке. Безграничный энтузиазм и неутомимое дерзание Резерфорда вели его от открытия к открытию», говорил про Эрнеста Н. Бор.

Урок 33. Объяснение электрических явлений

Цели: систематизировать и обобщить знания учащихся об электризации тел; на основании электронной теории объяснить процесс электризации тел.

Демонстрации: электризация шарика электроскопа в электрическом поле; электризация двух электроскопов в электрическом поле заряженного тела.

Ход урока

I. Проверка знаний

Проверку знаний по изученной теме можно провести либо в виде тестирования (см. раздел «Проверочные тесты» данного пособия), либо в виде самостоятельной работы: учитель заранее подготавливает карточки с разноуровневыми заданиями.

Для самостоятельной работы можно предложить следующие задания:

Уровень 1

1. Из каких частиц состоят атомы вещества?
2. Какого знака заряд имеет электрон? Протон?

Уровень 2

1. Существуют ли атомные ядра с зарядом меньшим, чем у протона?
2. Атом хлора принял один электрон. Как называется полученная частица? Какой ее заряд?

Уровень 3

1. В ядре атома азота 14 частиц, из них 7 нейтронов. Сколько протонов и электронов содержится в этом атоме?
2. Вокруг ядра атома кислорода движется 8 электронов. Сколько протонов имеет ядро атома кислорода?

Уровень 4

1. В каком из перечисленных ниже случаев можно утверждать, что мы имеем дело с двумя атомами одного и того же химического элемента:

а) в ядрах атомов одинаковое число частиц; б) в ядрах атомов одинаковое число протонов; в) в ядрах атомов одинаковое число нейтронов?

2. В результате трения о шелк стеклянной палочке был сообщен положительный заряд. Объясните, все ли атомы, из которых состоит заряженная стеклянная палочка, нейтральны? Почему? Изменилась ли масса стеклянной палочки после сообщения ей положительного заряда? Как? Почему?

II. Обобщение и систематизация изученного материала

Основная цель этого урока – обобщение ранее полученных знаний об электризации на основе электронной теории. Учащиеся на основании знаний об электроне и строении атома должны уметь объяснять электризацию тел при соприкосновении, переход части заряда с заряженного тела на незаряженное при их соприкосновении, существование проводников и изоляторов и притяжение ненаэлектризованных проводников к заряженным телам.

Прежде всего необходимо напомнить учащимся ряд положений, вытекающих из электронной теории:

- Тело *нейтрально*, когда сумма всех отрицательных зарядов в теле равна по абсолютному значению сумме всех положительных зарядов и тело в целом не имеет заряда.
- Тело *заряжено отрицательно* в том случае, если оно обладает избыточным, по сравнению с нормальным, числом электронов.
- Тело обладает *положительным зарядом* в том случае, если у него недостаточно электронов.
- При электризации трением заряды обоих тел *равны по абсолютному значению* и *противоположны по знаку*, ведь при электризации заряды не создаются, а только разделяются – часть отрицательных зарядов переходит с одного тела на другое.
- В металлах электроны, наиболее удаленные от ядра, могут покидать свое место и свободно двигаться между атомами. Эти электроны называются ***свободными электронами***. Те вещества, в которых есть свободные электроны, являются *проводниками*.
- Во многих неметаллах (эбонит, резина, пластмасса и др.) электроны прочно удерживаются в своих атомах и не могут двигаться в электрическом поле, поэтому такие вещества являются *непроводниками* или *диэлектриками*.

Можно коллективно обсудить вопросы:

- Имеют ли электроны и ядро в атоме свое электрическое поле? (*Так как ядро и электроны обладают зарядами, то вокруг этих зарядов должны существовать поля.*)
- Почему же тогда атом нейтральный? (*Так как величина положительного и отрицательного зарядов в атоме одинакова, то и поля, существующие вокруг этих зарядов, также будут одинаковыми по величине, но противоположными по направлению. При наложении этих полей друг на друга их действие компенсируется.*)

При электризации происходит перераспределение зарядов.

Эксперимент 1

Заряжаем электрометр положительным зарядом. Соединяем проволокой, укрепленной на изолирующей ручке, стержень заряженного со стержнем незаряженного электрометра.

Объяснение. Вокруг заряда, находящегося на первом электрометре, существует электрическое поле. Это поле после соединения действует на электроны проводимости как проволоки, так и стержня второго электрометра. Часть электронов перейдет на первый. На втором будет недостаток электронов.

Эксперимент 2

Притяжение к наэлектризованной полоске диэлектриков, которые предварительно не наэлектризованы.

Объяснение. При приближении наэлектризованной полоски к бумажной гильзе, то есть к диэлектрику электрическое поле заряда полоски действует на электроны атомов бумаги, при этом форма внешних орбит электронов в атомах диэлектрика изменяется и становится вытянутой. В зависимости от знака заряда, создающего поле, электроны смещают в сторону. Поэтому на близлежащей стороне гильзы наведется заряд, противоположный заряду полоски. Внутри неоднородного диэлектрика электрическое поле будет скомпенсировано. После соприкосновения гильза заряжена одноименным знаком с палочкой и отталкивается.

Эксперимент 3

Кристаллизатор заполняем касторовым маслом, в которое подмешиваем манную крупу. Помещаем два цилиндра, соединенные с кондукторами электрофорной машины. Получаем спектр. По спектру судим о характере поля, созданного разноименными зарядами.

III. Решение задач

С целью более глубокого понимания и усвоения материала можно коллективно обсудить решения 4–5 характерных задач, например:

Задача 1

Почему незаряженные тела притягиваются к заряженным независимо от знака их заряда?

Решение: Заряженное тело создает вокруг себя электрическое поле, которое, действуя на электроны и протоны в незаряженном теле, вызывает в нем разделение зарядов (рис. 11). В результате заряженное тело 1 будет притягивать «ближнюю половину» незаряженного тела 2 и отталкивать «дальнюю». Хотя заряды «половин» тела 2 по модулю одинаковы, на «ближнюю» его половину действует более сильное поле, поскольку она находится ближе к телу 1. Вследствие этого притяжение «пересилит» отталкивание.

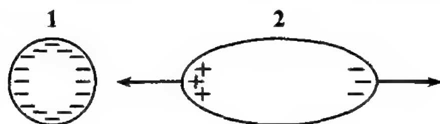


Рис. 11

Задача 2

Как с помощью отрицательно заряженного металлического шарика зарядить положительно другой такой же шарик, не изменяя заряда первого шарика?

Решение: Можно поднести заряженный шарик к незаряженному, коснувшись при этом незаряженного шарика пальцем (на короткое время заземлить). В результате этого шарик приобретет положительный заряд. Заряд первого шарика останется неизменным.

Задача 3

Как с помощью отрицательно заряженного металлического шарика зарядить отрицательно другой такой же шарик, не изменяя заряда первого?

Решение: Вначале следует получить положительный заряд на каком-либо проводнике (см. предыдущую задачу). Затем поднести этот проводник к незаряженному шарику и, коснувшись его пальцем, на короткое время заземлить.

Задача 4

Как известно, одноименные заряды отталкиваются. А могут ли два одноименно заряженных тела притягиваться друг к другу?

Решение: Эффект перераспределения зарядов может привести к притяжению одноименно заряженных тел: «ближняя» сторона одного из них может изменить знак заряда (см. рис. 12). Притяжение меньшего по модулю, но ближе расположенного заряда «пересилит отталкивание большего по модулю, но более далекого заряда. Такое возможно, если тела находятся достаточно близко друг к другу и заряд одного из них во много раз превышает заряд другого.

Задача 5

Может ли тело при заземлении приобрести электрический заряд?

Решение: Да, если тело проводящее и находится во внешнем электрическом поле. Это поле вызывает перераспределение заряда (рис. 13).

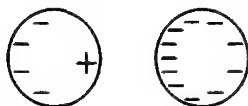


Рис. 12

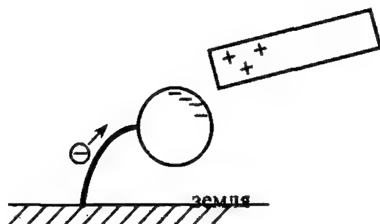


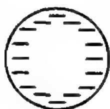
Рис. 13

Задача 6

Покажите с помощью схематических рисунков, как располагается заряд на заряженных проводящих шаре и конусе. Внешнее электрическое поле отсутствует.

Решение: Электроны располагаются равномерно по всей поверхности

проводника. Поэтому в шаре заряд располагается равномерно, а в конусе самое сильное электрическое поле у вершины, где на единицу объема приходится больший заряд (рис. 14).



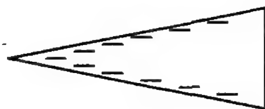


Рис. 14

Для самостоятельного решения можно предложить учащимся следующие задачи:

Задача 7

Чем отличается наэлектризованное тело от не наэлектризованного с точки зрения его внутреннего строения?

Задача 8

Если телу, заряженному положительно, сообщить такой же по модулю отрицательный заряд, то тело окажется электрически нейтральным. Можно ли сказать, что заряды в этом теле исчезли?

Задача 9

Могут ли две подвешенные на нитях проводящие гильзы сначала притянуться друг к другу, а затем оттолкнуться, если до взаимодействия одна из них была заряжена, а другая – нет?

Если до взаимодействия обе были заряжены одноименно?

Если до взаимодействия обе были заряжены разноименно?

Задача 10

Полый металлический шарик поместили в сильное электрическое поле. Существует ли поле в полости?

Домашнее задание

1. § 31 учебника; ответить на вопросы к параграфу.
2. Выполнить упражнения к параграфу.

Урок 34. Электрический ток

Цели: выяснить физическую природу электрического тока; закрепить знания учащихся об условиях возникновения и существования электрического тока.

Демонстрации: действие электрического тока в проводнике на магнитную стрелку; источники тока: гальванические элементы, аккумуляторы, термопара, фотоэлементы.

Ход урока

I. Проверка знаний

С целью проверки знаний по изученной теме можно в течение первых 10 минут урока провести самостоятельную работу. Для самостоятельной работы можно предложить следующие задания:

Уровень 1

1. Существует ли электрическое поле вокруг электрона?
2. Как можно обнаружить электрическое поле вблизи заряженного тела?

Уровень 2

1. Существует ли электрическое поле возле палочки? Определите знак зарядов у шарика и листочков электроскопа (рис. 15)?
2. Как доказать, что электрическое поле материально?

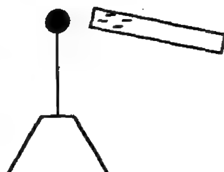


Рис. 15

Уровень 3

1. Можно ли объяснить электризацию тел перемещением атомов и молекул? Почему?
2. Если заряженной эбонитовой палочкой коснуться руки человека, то утратит ли палочка весь имеющийся на ней заряд? А если коснуться руки заряженной медной палочкой?

Уровень 4

1. Почему стрелка электроскопа отклоняется, если к нему поднести заряженный предмет, не прикасаясь к электроскопу?
2. Если к заряженному электроскопу поднести горящую спичку, он довольно быстро разряжается. Объясните этот опыт.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Электрический ток.
2. Условия существования электрического тока.
3. Источники электрического тока.

1. Согласно электронной теории, в телах имеются свободные электроны, движением которых объясняются различные электрические явления. Эти электроны совершают *хаотическое движение, подобное движению молекул газа.*

Эксперимент 1

Заряжаем один электрометр, добиваясь максимального отклонения стрелки. Соединяем проводником с другим электрометром. Наблюдаем уменьшение показаний первого и увеличение показаний второго.

Объяснение. Под действием электрического поля электроны проводимости перемещаются по проводнику.

Далее уточняется характер движения электронов проводимости, которые, совершая орбитальное движение вокруг ядер (ионов), движутся еще и под действием электрического поля в направлении против поля.

Движение направленных электронов проводимости в металлических проводниках под действием поля называют электрическим током.

В других проводниках (электролитах, газах) под действием поля могут двигаться любые заряженные частицы ионы, электроны.

– Почему ток был кратковременным? (*Ослабело электрическое поле, при этом прекратилось движение заряженных частиц.*)

2. Для существования электрического тока необходимы следующие условия:

а) наличие свободных электронов в проводнике;

б) наличие внешнего электрического поля для проводника.

Электрический ток прекращается, если электрическое поле, создающее движение зарядов, исчезает.

Чтобы электрический ток в проводнике существовал длительное время, необходимо все это время поддерживать в нем электрическое поле. Электрическое поле в проводниках создается и может длительное время поддерживаться ***источниками электрического тока***.

3. Источники тока бывают различными, но во всяком из них совершается работа по разделению положительно и отрицательно заряженных частиц. Работа эта совершается так называемыми ***сторонними силами***. Такие силы не могут иметь электрическое происхождение. В источниках тока в процессе работы по разделению заряженных частиц происходит превращение механической, внутренней или какой-нибудь другой энергии в электрическую.

Источники тока, у которых разделение зарядов происходит за счет энергии химических процессов, получили название ***гальванических***.

В электрофорной машине в электрическую энергию превращается механическая энергия.

Можно осуществить и превращение внутренней энергии в электрическую. Если две проволоки, изготовленные из разных металлов, спаять, а затем нагреть место спая, то в проволоках возникнет электрический ток. Такой источник тока называется ***термоэлементом***.

При освещении некоторых веществ световая энергия непосредственно превращается в электрическую энергию – это явление ***фотоэффекта***. На нем основано устройство и действие фотоэлементов.

В источниках тока за счет снл неэлектрического пронсхождения происходит разделение заряженных частиц, в результате чего полюса источника оказываются заряженными разноименно.

Источники тока, у которых разделение зарядов происходит за счет энергии химических процессов, получили название гальванических. Такое название было предложено итальянским ученым А. Вольта в 1796 г. в честь ученого Гальвани.

Затем рассматриваем принцип действия аккумулятора. Следует подчеркнуть, что аккумулятор нужно еще зарядить, то есть пропустить через него ток. При прохождении тока между пластинами и кислотой происходит химическая реакция. Его «заряжают», пропуская через него ток. Только после этой процедуры он становится источником тока.

Эксперимент 2

К клеммам гальванометра демонстрационного амперметра присоедините медные провода. К концу одного из них прикрепите исследуемый про-

вод или гвоздь. Воткните медный провод и гвоздь в картофелину – стрелка гальванометра отклонится. Почему?

(*Ответ*: раствор минеральных солей, содержащихся в картофеле, и разнородные проволоки образуют гальванический элемент.)

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала учитель может в конце урока провести опрос-беседу по изученной теме:

- Как можно получить электрический ток в металлическом проводнике?
- Что происходит в источниках тока?
- Что является положительным и отрицательным полюсами источника тока?
- Какие источники тока вы знаете?
- Возникает ли электрический ток при заземлении заряженного металлического шарика?
- Движутся ли заряженные частицы в проводнике, когда по нему идет ток?
- Если к шарам разноименно заряженных электроскопов одновременно прикоснуться металлическим стержнем, то в них возникает электрический ток. Чем эта установка принципиально отличается от устройств, которые принято называть источниками тока?

Домашнее задание

1. § 32 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие могут подготовить доклады о применении аккумуляторов в быту и технике.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1233, 1235, 1236, 1239.

Дополнительный материал

Италия. Болонья. 1780 год. Профессор анатомии Луиджи Гальвани с двумя ассистентами препарируют лягушек. На столе в некотором отдалении стоит электрическая машина. Исследования по электричеству проводятся в научном мире весьма интенсивно. Уже описан электрический скат. Уже Б. Франклин извлек «электрический флюид» из туч с помощью воздушного змея, зарядил электроскоп и доказал идентичность атмосферного электричества тому, что образуется при натирании стекла. Еще не разделяют электрический заряд и электрический ток, но уже зреет мысль о единой природе всех видов электричества (до открытия электрона остается еще более 100 лет).

Один из ассистентов обращает внимание профессора: при касании скальпелем еще влажной мышцы она время от времени дергается, сокращается. Другой ассистент, работавший с электрической машиной, подметил, что мышца дергается всякий раз, когда в машине проскакивает электрическая искра.

Однажды влажные лапки лягушки были развешаны на медных крючках на железной решетке, окружавшей висящий садик дома Гальвани. Ясная погода, легкий ветерок колышет влажные лапки. Ни молний, ни заземления. А мышцы сокращались, когда касались свободным концом железной решетки! По слухам, это заметила супруга Гальвани, о чем и уведомила ученого криком.

Гальвани понял: электричество в атмосфере не было главным; все дело во влажной мышце и в металлах. И опыты продолжались на столе в лаборатории. Перебрав множество металлов, Гальвани выяснил, что наиболее сильные сокращения мышц происходят при контакте мышцы с медью и серебром.

Но здесь мысль Гальвани пошла по ложному пути: «Я полагаю с достаточным основанием заключить, что животным присуще электричество».

Алессандро Вольта, профессор физики из Павии (Италия), с недоверием относился к «животному» электричеству.

«... Что хорошего можно сделать с вещами, не приведенными к степени и мере, особенно в физике? Как можно определить причину, если не определить не только качество, но и количество и интенсивность явлений?» Итак, нужно измерять, оценивать интенсивность явления.

Главная мысль Вольта: мышца лягушки не источник электричества, а всего лишь весьма чувствительный прибор для регистрации тока. А источником являются металлы – медь и серебро. Вольта заменяет лапку лягушки другим измерителем тока... собственным языком! При протекании тока язык ощущает кислый привкус, это Вольта установил из опытов с электрической машиной. Чем больше ток, тем сильнее ощущение кислоты. Четыре года Вольта исследует различные пары металлов, добиваясь наибольшего эффекта. Позднее язык он заменил специальным электроскопом.

Вот он, простейший и первый источник тока, созданный Вольта!

Но эффект слаб. Как его усилить? Казалось бы, что проще: соединить такие пары металлов последовательно, да побольше, подобно тому, как в карету впрягают несколько лошадей. Не тут-то было! Контакты металлов оказываются при этом обращенными и компенсируют действие друг друга. Вольта догадался разделить пары влажными кусочками ткани, играющими роль проводов.

А что же лапка лягушки – только измеритель тока? Уже после Вольта обнаружили, что если два металла (Cu и Zn) опустить в раствор кислоты, то получается источник тока более мощный, чем вольтов столб! В этом источнике играет роль не столько контакт металлов, сколько контакт каждого из металлов с раствором кислоты. И это уже совсем другой источник тока, чем вольтов, и более сильный! Так что напрасно Вольта решительно отказался от изучения роли мышцы. Содержащаяся в мышцах влага с растворенными солями, кислотами, щелочами указывала путь к еще одному источнику тока, который в честь Гальвани назвали гальваническим элементом.

Наука получила в свое распоряжение источник тока в 1799 году, о чем Вольта уведомил Королевское общество: «Мне удалось сделать два таких цилиндра из 20 металлических пар, они мне служат хорошо уже несколько недель и, надо думать, послужат еще несколько месяцев...

Искренне Ваш А. Вольта».

Урок 35. Электрическая цепь. Электрический ток в металлах и электролитах

Цели: выяснить, из каких частей состоит электрическая цепь; объяснить учащимся назначение каждой части электрической цепи; научить собирать простейшие электрические цепи; познакомить с особенностями электрического тока в металлах и электролитах.

Демонстрации: сборка простейших электрических цепей.

Ход урока

I. Проверка знаний

– В чем состоит отличие проводников от изоляторов?
– Что является причиной направленного движения заряженных частиц?
– Какую роль выполняет источник тока?
– Какие вы знаете источники тока?
– Как устроены гальванические элементы?
– Как соединяют элементы в батарею?
– Какие процессы происходят при зарядке и разрядке аккумуляторов?

Далее можно обсудить 2–3 качественные задачи по теме, изученной на предыдущем уроке:

1. Имеется заряженный электроскоп и металлический стержень. Что нужно сделать, чтобы по стержню потек ток?
2. Капли дождя, падая на землю, электризуются. Можно ли говорить о наличии электрического тока между облаком и землей в данном случае?
3. В чем главное отличие электрического тока, возникающего в металлической проволоке, соединяющей полюсы гальванического элемента, от тока, возникающего при разрядке электроскопа?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Сборка электрической цепи (фронтальный эксперимент).
2. Условные обозначения составляющих электрической цепи.
3. Электрический ток в металлах.
4. Гидродинамическая аналогия электрической цепи.
5. Понятие об электролитах.

1. Изложение нового материала начинается с повторения.

В источнике тока за счет энергии неэлектрического происхождения совершается работа по разделению заряженных частиц. При разделении возникает электрическое поле, которое обладает энергией. Это поле может совершать работу. Чтобы ток существовал, необходимо, кроме поля, наличие замкнутой цепи, в которую включаются потребители энергии электрического тока. Далее знакомство с элементами электрической цепи.

На доске вычерчивается схема простейшей цепи.

В простейших случаях электрическая цепь состоит из: а) источника тока; б) системы соединительных проводов и управляющих устройств; в) потребителя электрической энергии.

Даются практические указания по сборке электрической цепи. Учащиеся самостоятельно составляют простейшую цепь по заданной схеме.

Вопросы классу:

– Каково назначение источника тока в электрической цепи?

– Какие источники электрического тока вам известны? Каково их назначение?
– Какую электрическую цепь называют замкнутой? Разомкнутой?

2. Умение чертить схемы электрических цепей и читать готовые схемы вырабатывается у школьников в результате упражнений, которые проводят как на данном уроке, так и на последующих уроках. Полезны задания по составлению схем электропроводки, например:

– Начертите схему цепи, содержащей источник тока и две электрические лампы, каждую из которых включают своим выключателем.
– Нарисуйте схему соединения батарейки, лампочки, звонка и двух ключей, при которой лампочка загорается при включении звонка, но может быть включена и при неработающем звонке.
– Нарисуйте схему соединения батарейки, двух лампочек и трех ключей, при которой включение и выключение каждой лампочки производится «своим» ключом, а размыкание третьего ключа позволяет отключить обе лампочки.

3. Электрический ток в металлах. Когда к металлическому проводнику присоединяются полюсы источника тока, в проводнике возникает электрическое поле, которое на беспорядочное тепловое движение свободных электронов накладывает направленное движение. Под действием сил электрического поля свободные электроны начинают «дрейфовать», что и обуславливало электрический ток. При этом скорость направленного движения электронов (скорость «дрейфа») очень мала по сравнению со скоростью их хаотического движения – всего несколько миллиметров в секунду. Однако электрическое поле в проводнике распространяется со скоростью около 300 000 км/с. Поэтому принято считать, что движение электронов возникает во всех точках электрической цепи одновременно. Когда говорят о скорости распространения электрического тока в проводнике, то имеют в виду скорость распространения по проводнику электрического поля.

4. В заключение урока, чтобы разобраться в сущности явлений, происходящих в электрической цепи, полезно обратиться к ее гидродинамической аналогии, то есть сравнить электрический ток с течением воды в водопроводе, а распространение электрического поля – с распространением давления воды. При подъеме воды в водонапорную башню давление (напор) воды очень быстро распространяется по всей водопроводной системе. Когда мы открываем кран, то вода уже находится под давлением и сразу начинает течь. Но из крана течет та вода, которая была в нем, а вода из башни дойдет до крана много позднее, так как движение воды происходит с меньшей скоростью, чем распространение давления.

Гидродинамическая аналогия помогает объяснить ряд трудных для учащихся вопросов:

а) роль источника тока в электрической цепи;
б) место выключателя в электрической цепи;
в) какие электрические заряды движутся в электрической цепи;
г) объяснение различия между незначительной скоростью носителей тока и практически мгновенным распространением тока в цепи.

5. Даем понятие об электролитах.

Эксперимент 1. В сосуд с дистиллированной водой опускаем два угольных стержня, которые соединяем с электрической лампой и источником постоянного тока. Замыкаем. Тока нет. Почему? Естественно предположить, что в воде нет заряженных частиц.

В воду бросаем соль. При этом появляется ток. Молекулы соли NaCl при взаимодействии с молекулами воды распались на положительные и отрицательные ионы. Под действием электрического поля ионы приходят в направленное движение: положительные ионы перемещаются к отрицательному полюсу источника (катоду), а отрицательные – к положительному (аноду).

Обобщая результаты опыта, делаем вывод, что ток в электролитах представляет направленное движение положительных и отрицательных ионов под действием электрического поля.

III. Закрепление

- Что представляет собой электрический ток в металлах? Электролитах?
- Как возникают ионы в растворе $CuSO_4$ (медного купороса)?
- Какие наблюдаются явления на электродах при прохождении тока через электролит?

Домашнее задание

1. § 33, 34 учебника; ответить на вопросы к параграфу.
2. Выполнить упражнение к параграфу.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1248, 1250, 1251.

Урок 36. Действие электрического тока. Направление электрического тока

Цель: ознакомить учащихся с превращениями энергии электрического тока в другие виды энергии.

Демонстрации: нагревание провода электрическим током; выделение меди при электролизе $CuSO_4$; действие катушки с током на магнитную стрелку; свечение неоновой лампочки.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

В начале урока учитель проводит краткий фронтальный опрос по материалу, изученному на предыдущем уроке. К вопросам учебника можно добавить ряд дополнительных:

- Назовите основные составные элементы, входящие в цепь электрического тока.
- Сколько у источника тока полюсов? Какие бывают полюсы?
- Какие источники электрического тока вы знаете?
- Предложите схему соединения источника тока, звонка и двух кнопок, позволяющих позвонить из двух разных мест.
- На трамвайных путях в некоторых местах устанавливают автоматические сигналы «Берегись трамвая». Сигнал зажигается до

того, как трамвай подходит, и гаснет, когда трамвай проходит. Предложите схему включения этого сигнала.

– Какова природа электрического тока в металле?
– Что имеют в виду, говоря о скорости распространения тока в проводнике?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Тепловое действие тока.
2. Химическое действие тока. Электрический ток в электролитах.
3. Магнитное действие тока.
4. Направление электрического тока.

Действиями электрического тока называют те явления, которые наблюдаются при наличии электрического тока в цепи. По этим действиям судят об электрическом токе в цепи, так как нельзя непосредственно наблюдать за движением заряженных частиц в проводнике.

С некоторыми действиями электрического тока учащиеся знакомы из повседневной жизни. Поэтому, прежде всего, нужно выяснить, что им известно, а потом уже обратиться к опытам.

1. О тепловом действии тока учащимся известно из повседневной жизни: так работают электрический паяльник, электроплитка, утюг, лампа накаливания и многие другие предметы.

Тепловое действие тока на опыте можно наблюдать, например, присоединив к полюсам источника тока железную или никелированную проволоку. Проволока при этом нагревается и, удлинившись, слегка провисает. Ее даже можно раскалить докрасна.

2. Химическое действие тока можно наблюдать при пропускании электрического тока через раствор медного купороса $CuSO_4$. Учащимся можно объяснить, что при взаимодействии вещества с растворителем молекулы вещества распадаются на положительные и отрицательные ионы. Эти ионы приходят в движение в электрическом поле. Положительные ионы движутся к отрицательно заряженному электроду (***катоду***), а отрицательные ионы – к положительно заряженному электроду (***аноду***). Водород и металлы всегда выделяются на катоде.

Можно сделать вывод:

Электрический ток в электролите – это направленное движение ионов в электрическом поле.

Химическое действие электрического тока используют в промышленности (добыча алюминия, меди и других металлов, никелирование, хромирование и др.).

3. Магнитное действие тока можно показать с помощью катушки с железным сердечником. Когда цепь замкнута, к сердечнику притягиваются небольшие железные предметы: гвоздики, железные стружки, опилки и др. Так как в международной системе единиц (СИ) единицу силы тока ампер

вводят по взаимодействию проводников с током, целесообразно показать взаимодействие двух параллельно расположенных проводников с током.

Кроме того, полезно показать *свечение газов* при прохождении тока, не объясняя самих физических явлений. Достаточно, если учащиеся будут знать, что в газосветных трубках, применяемых, например, в рекламах, происходит свечение газа под действием электрического тока.

4. Направление электрического тока. Так как электрический ток представляет собой направленное движение свободных заряженных частиц в проводнике (электронов в металлах, ионов в электролитах), то можно говорить о направлении электрического тока. За направление тока *условно* приняли то направление, по которому могли бы двигаться в проводнике положительно заряженные частицы, то есть **направление от положительного полюса источника тока к отрицательному**.

III. Закрепление изученного

Если в конце урока остается время, учитель может провести краткий опрос-беседу для более глубокого понимания и закрепления изученного материала:

- Где используют тепловое и химическое действия тока?
- Могут ли жидкости быть проводниками? Диэлектриками? Приведите примеры.
- Какое действие электрического тока наблюдается в электрической лампочке?
- Какое действие электрического тока наблюдается при позолоте ювелирных изделий?
- Приведите примеры механического действия электрического тока.
- Какое действие электрического тока наблюдается при поднимании деталей с помощью электромагнита?
- Как направление тока связано с зарядами полюсов источника тока?

Домашнее задание

1. § 35, 36 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1260, 1261.

Урок 37. Сила тока. Решение задач

Цель: ввести новую физическую величину – силу тока и единицу ее измерения (ампер).

Демонстрации: взаимодействие параллельных проводников при замыкании сети.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

В начале урока можно провести краткий опрос по материалу, изученному на предыдущем уроке. К вопросам учебника можно добавить ряд дополнительных:

– Чем отрицательный ион в электролите отличается от электрона?
– Почему в дистиллированной воде и серной кислоте, взятых отдельно, ток не проходит, а в водном растворе серной кислоты проходит?
– Каким образом, опустив в стакан с водой два провода, присоединенные к полюсам источника тока, можно узнать, исправен ли он?
– Почему магнитный компас дает неправильные показания, если вблизи находится провод с электрическим током?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Сила тока.
2. Ампер как единица измерения силы тока.

1. При введении понятия о силе тока полезна аналогия с течением воды в трубе. Действительно, о силе тока воды можно судить по массе воды, которая протекает в единицу времени через поперечное сечение трубы.

Сила же электрического тока равна количеству электрического заряда, прошедшемго через поперечное сечение проводника в единицу времени:

$$I = \frac{q}{t}.$$

2. При введении ***ампера*** как основной единицы СИ важно подчеркнуть, что для выбора единицы силы тока можно было бы воспользоваться любым его действием: тепловым, магнитным или химическим. Главное, чтобы это действие поддавалось точному количественному выражению.

На Международной конференции по мерам и весам в 1948 году было решено в основу определения единицы силы тока положить взаимодействие двух проводников с током.

Далее учитель может продемонстрировать взаимодействие (притяжение и отталкивание) двух параллельных проводников при замыкании сети. Силу взаимодействия проводников с током можно измерить. Эта сила зависит от длины проводников, расстояния между ними, среды, в которой находятся проводники и, что самое важное, от силы тока в проводниках. Если одинаковы все условия, кроме силы токов, то, чем больше сила тока в каждом проводнике, тем с большей силой они взаимодействуют между собой.

За единицу силы тока принят ампер (А):

$$[I] = 1 \text{ А}.$$

Через единицу силы тока – 1 А определяется единица электрического заряда – 1 Кл:

$$[q] = 1 \text{ Кл}.$$

Так как $I = \frac{q}{t}$, то 1Кл = 1А · 1с.

За единицу электрического заряда принимают заряд, проходящий через поперечное сечение проводника за время 1 с при силе тока 1 А.

III. Решение задач

С целью закрепления изученного материала последнюю часть урока можно посвятить решению задач. Первые задачи учитель может разобрать у доски, остальные – учащиеся решают самостоятельно.

Задача 1

Через спираль электроплитки за 12 мин прошло 3000 Кл электричества. Какова сила тока в спирали?

Задача 2

Ток в электрическом паяльнике 500 мА. Какое количество электричества пройдет через паяльник за 2 мин?

Задача 3

Сколько времени продолжается перенос 7,7 Кл при силе тока 0,5 А?

Задача 4

По обмотке включенного в цепь прибора идет ток силой 5 мА. Какое количество электричества пройдет через прибор в течение 1 ч?

Задача 5

При включении лампы накаливания в электрическую цепь через ее нить за 0,5 мин проходит 9 Кл электричества, а после того как накал достигнет максимальной величины – 12 Кл за 1 мин. Как изменяется сила тока в лампе? Каким образом можно объяснить это явление?

Домашнее задание

1. § 37 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнения к параграфу.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1258, 1259, 1260.

Урок 38. Лабораторная работа № 3 «Сборка электрической цепи и измерение силы тока на ее различных участках»

Цели: научить учащихся собирать электрическую цепь, пользоваться амперметром, измерять силу тока.

Оборудование: источник питания, низковольтная лампа на подставке, ключ, амперметр, соединительные провода.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Прежде чем преступить к выполнению лабораторной работы необходимо вспомнить основные определения и соотношения, изученные на предыдущих уроках:

– Что такое сила тока?
– Что принимают за единицу силы тока?
– Как выражается электрический заряд через силу тока?

– Что принимают за единицу электрического заряда (количества электричества)?

II. Лабораторная работа

Сначала учитель должен познакомить школьников с демонстрационным и лабораторным амперметрами, показать способ включения их в цепь. Учитель обращает внимание учащихся на то, что амперметр включают в цепь так, чтобы через него за 1 с проходил тот заряд, который проходит через любое поперечное сечение проводников цепи. Такое включение называют ***последовательным***.

Учащимся сообщается, что для измерения электрических величин рациональна следующая последовательность действий:

а) установить, для измерения какой величины используется данный прибор;
б) установить, на какое максимальное значение измеряемой величины рассчитан прибор;
в) установить, для какого тока (постоянного или переменного) можно использовать прибор;
г) определить цену деления шкалы прибора;
д) определить, какое значение измеряемой величины показывает прибор.

Проделав лабораторную работу, учащиеся убеждаются, что сила тока в различных участках последовательной цепи одинакова.

Домашнее задание

1. § 38 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнения к параграфу.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1261, 1263, 1264.

Урок 39. Электрическое напряжение

Цель: ввести понятие напряжения и познакомить учащихся с единицей измерения напряжения.

Демонстрации: электрическая схема с лампочками от карманного фонарика и осветительной сети; измерение напряжения вольтметром.

Ход урока

I. Проверка знаний

Чтобы проверить степень усвоения знаний по теме можно в начале урока провести самостоятельную работу по карточкам с разноуровневыми заданиями, например:

Уровень 1

1. Сколько у источника тока полюсов? Какие бывают полюсы?
2. Какие источники тока вы знаете?

Уровень 2

1. Почему тепловое движение электронов в проводнике не может быть названо электрическим током?

2. Могут ли жидкости быть проводниками? Диэлектриками? Приведите примеры.

Уровень 3

1. По спирали электролампы проходит 540 Кл электричества за каждые 5 мин. Чему равна сила тока в лампе?
2. При электросварке сила тока достигает 200 А. Какой электрический заряд проходит через поперечное сечение электрода за 1 мин?

Уровень 4

1. Скорость направленного движения электронов в металлическом проводнике очень мала, составляет доли миллиметра в секунду. Почему же лампа начинает светиться практически одновременно с замыканием цепи?
2. Гальванометр показывает наличие тока, если к его зажимам присоединить стальную и алюминиевую проволоки, а вторые концы воткнуть в лимон или яблоко. Объясните это явление.
3. Во включенном в цепь приборе сила тока равна 8 мкА. Какое количество электричества проходит через этот прибор в течение 12 мин?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Показать, что напряжение характеризует электрическое поле, созданное источником.
2. Напряжение на участке электрической цепи.
3. Единица напряжения – вольт.

1. О силе тока можно судить либо по показанию амперметра, либо по действию тока. Например, чем больше накалена нить лампы, тем больший ток проходит по цепи.

– От каких же факторов зависит сила тока в цепи?

Проведем опыт: замкнем цепь на один аккумулятор и обратим внимание на величину тока в цепи. Если последовательно увеличивать число аккумуляторов, ток в цепи увеличивается.

Вывод: сила тока в цепи зависит от какой-то величины, связанной с источником тока.

Поскольку источник тока создает электрическое поле в цепи, а ток, возникающий в цепи под действием этого электрического поля, оказывается не одинаковой величины, то и электрическое поле различных источников будет разным. Электрическое поле действует с определенной силой на заряженные частицы. Чем больше величина этой силы, тем больше будет скорость направленного движения заряженных частиц. Это означает, что через поперечное сечение проводника пройдет в единицу времени большее число заряженных частиц и будет перенесен больший электрический заряд, то есть пройдет больший ток.

Действующее в цепи электрическое поле характеризуется особой величиной, называемой напряжением электрического поля или просто ***напряжением***.

Напряжение – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы.

2. Напряжение на участке электрической цепи.

– Как же мы можем судить о напряжении?

Собираем схему, в которую включены последовательно две лампочки. Одна – рассчитанная на напряжение 220 В, а другая – от фонарика, рассчитанная на 4,5 В. Ток в обеих лампочках будет примерно одинаков, а следовательно, через лампочки протекает в единицу времени одно и то же количество электричества. Однако осветительная лампочка излучает света во много раз больше, чем лампочка для карманного фонаря. Очевидно, для прохождения некоторого количества электричества через осветительную лампу требуется большее количество энергии, чем при протекании заряда через лампочку от карманного фонарика. То есть работа электрического тока в первой лампочке больше, чем во второй. О величине работы можно судить по различию в напряжении.

Напряжение показывает, какую работу совершает электрическое поле по перемещению единицы заряда на данном участке цепи:

$$U = \frac{A}{q}.$$

3. Единица напряжения – ***вольт*** (В).

$$[U] = 1 \text{ В}.$$

Вольт равен такому электрическому напряжению между двумя точками цепи, при котором работа по перемещению электрического заряда в 1 Кл на этом участке равна 1 Дж:

$$1\text{В} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{Кл}}.$$

III. Закрепление изученного

Вопросы для закрепления:

– Из какого опыта следует необходимость введения понятия напряжения?

– Какой физической величиной пользуются для измерения напряжения?

– Какое напряжение используют в осветительной сети?

– Напряжение в сети 100 В. Что это означает?

Если в конце урока остается время, его желательно посвятить разбору простых задач по изученной теме:

Задача 1

При прохождении одинакового количества электричества в одном проводнике совершена работа 100 Дж, а в другом – 250 Дж. На каком проводнике напряжение больше? Во сколько раз?

Задача 2

Определите напряжение на участке цепи, если при прохождении по нему заряда в 15 Кл током была совершена работа 6 кДж.

Задача 3

При переносе 60 Кл электричества из одной точки электрической цепи в другую за 12 мин совершена работа 900 Дж. Определите напряжение и силу тока в цепи.

Домашнее задание

1. § 39, 40 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Подготовиться к лабораторной работе № 4.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1263, 1265, 1272.

Урок 40. Лабораторная работа № 4 «Сборка электрической цепи и измерение напряжения на разных ее участках»

Цели: научить учащихся правильно подключать вольтметр, определять цену деления вольтметра, измерять напряжение на разных участках цепи.

Оборудование: источник питания, спирали-резисторы – 2 шт., низковольтная лампа на подставке, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Ход урока

I. Вольтметр. Измерение напряжения

Для измерения напряжения служат приборы, называемые ***вольтметрами***. Учитель знакомит школьников с лабораторным вольтметром и сообщает, что, в отличие от амперметра, который включается в разрыв электрической цепи, вольтметр подключается параллельно участку цепи, на котором измеряется напряжение.

II. Лабораторная работа

Перед тем как учащиеся приступят к лабораторной работе, необходимо напомнить последовательность действий при измерении напряжения:

а) установить, для измерения какой величины используется данный прибор (если на шкале есть буква V – прибор для измерения напряжения);

б) установить, на какое максимальное напряжение рассчитан прибор;

в) установить для какого тока (постоянного или переменного) можно использовать прибор;

г) определить цену деления прибора;

д) определить, какое значение напряжения показывает прибор.

Во всех лабораторных опытах, где используется вольтметр, нужно посоветовать учащимся сначала собирать цепь без него, а затем подключить вольтметр к тому участку, на котором измеряют напряжение. Вольтметр можно переключать от одного участка к другому, не разбирая остальные участки цепи.

III. Проверка знаний

Если остается время, последние 10–15 минут урока можно посвятить выполнению самостоятельной работы. Учитель заранее готовит карточки с разноуровневыми заданиями по теме «Электрическое напряжение». Можно предложить следующие варианты заданий:

Уровень 1

1. Какой физической величиной пользуются для измерения напряжения?
2. Каким прибором измеряют напряжение? Как его включают в цепь?

Уровень 2

1. Две лампы включены в электрические цепи, в которых силы тока равны, но несмотря на это одна из ламп горит менее ярко, чем другая. О чем свидетельствует этот факт? Какой вывод о напряжении на лампах можно сделать?
2. На одном участке цепи при перемещении по нему 100 Кл электричества была совершена такая же работа, как и при перемещении 600 Кл электричества на другом участке. На концах какого участка напряжение больше и во сколько раз?

Уровень 3

1. Чему равно напряжение на участке цепи, на котором совершена работа 500 Дж при прохождении 25 Кл электричества?
2. Вычислите работу, которая совершается при прохождении через спираль электроплитки 15 Кл электричества, если она включена в сеть напряжением 220 В.

Уровень 4

1. При переносе 240 Кл электричества из одной точки электрической цепи в другую за 16 мин совершена работа в 1200 Дж. Определите напряжение и силу тока в цепи.
2. Какова сила тока в лампочке велосипедного фонарика, если при напряжении 4 В в ней за 1 с расходуется 0,8 Дж электроэиергии?

Домашнее задание

1. § 41 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнения к параграфу.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1266, 1267, 1273.

Урок 41. Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление

Цели: ознакомить учащихся с электрическим сопротивлением проводников как физической величиной; дать объяснение природе электрического сопротивления на основании электронной теории; показать зависимость сопротивления от геометрических размеров проводника.

Демонстрации: электрический ток в различных металлических проводниках; зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.

Ход урока

I. Повторение изученного. Проверка домашнего задания

Если на предыдущем уроке не хватило времени провести самостоятельную работу, можно поработать с ней в начале этого урока, либо провести фронтальный опрос по теме «Электрическое напряжение».

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Электрическое сопротивление проводника.
> 2. Зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.
> 3. Удельное сопротивление.

1. Формирование представления о сопротивлении можно начать с опыта, цель которого – показать, что сила тока в проводнике зависит не только от напряжения, но и от свойств самого проводника.

Собираем электрическую цепь из источника тока и медной проволочки на колодке, выключателя, амперметра и вольтметра. Замыкаем цепь и записываем показатели амперметра и вольтметра. Затем вместо медной проволочки включаем никелиновую такой же длины и сечения. Сила тока в цепи уменьшается. Если же включить железную проволочку, то сила тока значительно увеличится. Вольтметр же при подключении к концам этих проволочек показывает одинаковое напряжение. Следовательно, сила тока зависит от какого-то свойства проводника. Очевиден вывод: проводники влияют *на силу тока; иначе говоря, – оказывают* ***сопротивление*** току. Очевидно, тот проводник обладает большим сопротивлением, в котором при том же напряжении проходит меньший ток.

Свойство проводника ограничивать силу тока в цепи называют его сопротивлением.

Для лучшего понимания учениками природы электрического сопротивления необходимо рассмотреть модельные представления электрического тока в металле, обратив внимание учащихся на взаимодействие движущихся электронов с ионами кристаллической решетки.

Возникает вопрос:

– Что является причиной, ограничивающей силу тока в проводнике?

Путем логических рассуждений учащиеся подводятся к выводу, что таких причин две:

а) электрическое поле положительно заряженных ионов кристаллической решетки действует с силой на электроны, уменьшая их скорость направленного движения, а, следовательно, и силу тока;

б) воздействие электрического поля электронов на соседние электроны, что также приводит к уменьшению скорости их направленного движения.

2. Далее учитель ставит перед школьниками следующую проблему:

– От чего и как зависит сопротивление проводника?

Проводя опыты по выяснению факторов, влияющих на сопротивление проводника, учитель задает классу вопросы:

- Как показать на опыте зависимость сопротивления проводника от его длины? Площади поперечного сечения?
- Как можно показать, что сопротивление проводника зависит от рода вещества, из которого он изготовлен?

Выяснив причины, ограничивающие силу тока в проводнике, переходим к формулированию обобщающего определения величины сопротивления. Для этого выполним ряд опытов с проводниками различной длины, площади поперечного сечения и материала. Учащиеся, анализируя полученные результаты, самостоятельно приходят к заключению:

Сопротивление проводника ***прямо пропорционально длине, обратно пропорционально площади*** поперечного сечения и ***зависит от материала***.

Электрическое сопротивление обозначается буквой R.

$$[R] = \text{Ом}.$$

За единицу сопротивления принимают сопротивление такого проводника, в котором при напряжении на концах 1 В сила тока равна 1 А.

$$1\ \text{Ом} = \frac{1B}{1A}.$$

3. Удельное сопротивление. Если обозначить сопротивление проводника буквой R, его длину буквой l, а площадь поперечного сечения – S, то формула для вычисления сопротивления будет иметь такой вид:

$$R = \rho\frac{l}{S},$$

где ρ – коэффициент, характеризующий электрические свойства вещества, из которого изготовлен проводник. Этот коэффициент называется ***удельным сопротивлением*** вещества. Он равен:

$$\rho = \frac{RS}{l}.$$

Откуда:

$$[\rho] = \frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}.$$

В заключение урока необходимо познакомить учащихся с таблицей удельных электрических сопротивлений некоторых веществ. Поскольку сопротивление металлических проводников зависит от температуры (оно увеличивается при повышении температуры), то в таблице приводятся значения удельных сопротивлений для температуры 20°C.

- Удельное сопротивление никелина $0{,}4\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$. Что это значит?

Из таблицы следует, что серебро и медь – лучшие проводники электричества. Для нагревательных элементов удобно использовать вещества с большим удельным сопротивлением, например, нихром.

III. Закрепление изученного. Решение задач

С целью закрепления материала желательно конец урока посвятить решению простых задач по изученной теме:

Задача 1

Каково сопротивление медного провода длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм^2?

Задача 2

Имеются две медные проволоки одинаковой длины. У одной площадь поперечного сечения 1 мм^2, а у другой – 5 мм^2. У какой проволоки сопротивление меньше и во сколько раз?

Задача 3

При устройстве молниеотвода использовали стальной провод сечением 35 мм^2 и длиной 25 м. Определите его сопротивление.

Задача 4

Ртуть заполняет стеклянную трубку с внутренним сечением 1 мм^2 и имеет сопротивление 2 Ом. Вычислите длину столбика ртути в трубке.

Домашнее задание

1. § 43, 45 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1302, 1307, 1313, 1312.

Урок 42. Закон Ома для участка электрической цепи

Цели: установить зависимость между силой тока, напряжением на однородном участке электрической цепи и сопротивлением этого участка.

Демонстрации: зависимость силы тока от сопротивления проводника при постоянном напряжении; зависимость силы тока от напряжения при постоянном сопротивлении участка цепи.

Ход урока

I. Проверка знаний

С целью проверки качества усвоения знаний учитель может провести в начале урока фронтальный опрос по изученной теме либо письменную проверочную работу. Можно провести и комбинированную проверку: учитель фронтально работает с классом в то время, когда несколько учеников выполняют индивидуальные задания по карточкам.

Можно предложить следующие варианты индивидуальных заданий:

Уровень 1

1. Кусок медной проволоки разрезали пополам. Изменилось ли сопротивление проволоки? Во сколько раз?
2. Размеры медного и железного проводов одинаковы. Сопротивление какого провода больше?

Уровень 2

1. Имеются две проволоки одинакового сечения и длины. Одна проволока – из меди, другая – из никелина. Какая из них имеет большее сопротивление? Почему? Во сколько раз?

2. Удельное сопротивление нихрома $1{,}1\frac{\text{Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$. Что это значит? Каково сопротивление проволоки длиной 1 м и поперечным сечением 10 мм^2?

Уровень 3

1. Чему равно сопротивление 100 м медного провода сечением 1 мм^2?
2. Сколько метров никелинового провода сечением 0,1 мм^2 потребуется для изготовления реостата сопротивлением 180 Ом?

Уровень 4

1. Какой проводник представляет большее сопротивление для постоянного тока: медный сплошной стержень или медная трубка, имеющая внешний диаметр, равный диаметру стержня? Длину обоих проводников считать одинаковой.
2. Шнур телефонной трубки состоит из 20 медных проволочек сечением 0,05 мм^2 каждая. Определите сопротивление 5 м такого шнура.
3. Как определить длину изолированного медного провода, свернутого в большой моток, не разматывая его?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Зависимость силы тока от напряжения и сопротивления.
2. Закон Ома.
3. Применение закона Ома.

1. Электрический ток в цепи – это направленное движение заряженных частиц в электрическом поле. Чем сильнее действие электрического поля на эти частицы, тем и больше сила тока в цепи. Но действие поля характеризуется напряжением. Поэтому можно предположить, что сила тока *зависит* от напряжения. Эту зависимость можно установить экспериментально.

Эксперимент показывает, что во сколько раз увеличивается напряжение, приложенное к проводнику, во столько же раз увеличивается сила тока в нем. Эту зависимость желательно проиллюстрировать графически – построить график зависимости $I = f(U)$.

2. Закон Ома для участка цепи можно установить экспериментально:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Существует много описаний соответствующих опытов и установок, которые можно сгруппировать следующим образом:

а) опыты с установкой, в *которой осуществляется замена резисторов*;

б) опыты с демонстрационным магазином сопротивлений;

в) опыты с демонстрационным реохордом.

Во всех этих опытах применяют демонстрационные амперметр и вольтметр.

Демонстрации проводят в два этапа. Сначала устанавливают зависимость силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на данном участке цепи. По результатам этого опыта обнаруживают

обратно пропорциональную зависимость силы тока от сопротивления проводника:

$$I \sim \frac{1}{R}.$$

На втором этапе, не меняя сопротивления, измеряют силу тока при разных значениях напряжения на данном участке цепи. По результатам этого опыта устанавливают прямую пропорциональную зависимость силы тока от напряжения:

$$I \sim U.$$

Результаты обоих опытов обобщают и формулируют закон Ома для участка цепи:

Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого участка и обратно пропорциональна его сопротивлению.

3. Применение закона Ома. После установления закона Ома целесообразно закрепить его понимание решением соответствующих задач. Учащиеся должны из закона Ома $I = \frac{U}{R}$ получать производные формулы: $R = \frac{U}{I}$ и $U = IR$.

Кроме того, необходимо научить учащихся решать комбинированные задачи с использованием зависимостей $I = \frac{U}{R}$ и $R = \rho\frac{l}{S}$.

III. Решение задач

Для самостоятельного решения в классе можно предложить следующие несложные задачи:

Задача 1

При напряжении 220 В сила тока в спирали лампы равна 0,3 А. Какой будет сила тока, если напряжение уменьшится на 10 В?

Задача 2

На цоколе электрической лампы написано 3,5 В; 0,28 А. Что это значит? Найдите сопротнвление спирали лампы.

Задача 3

Какое напряжение надо создать на концах проводника сопротивлением 20 Ом, чтобы в нем возникла сила тока 0,5 А?

Задача 4

Какое напряжение нужно приложить к свинцовой проволоке длиной 2 м, чтобы сила тока в проволоке равнялась 2 А? Площадь поперечного сечения проволоки 0,3 мм^2.

Домашнее задание

1. § 42, 44 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Выполнить упражнение 19 (1–4), с. 102–103 учебника.

Урок 43. Реостаты. Решение задач

Цели: ознакомить учащихся с устройством и использованием реостатов для регулировки силы тока в цепи; научить делать расчеты электрических сопротивлений проводников.

Демонстрации: устройство и принцип действия реостатов; различные виды реостатов: ползунковый реостат, штепсельный реостат, магазин резисторов; изменение силы тока в цепи с помощью реостата.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверить знания учащихся по теме учитель может в ходе фронтального опроса:

- О связи каких электрических величин идет речь в законе Ома для участка цепи?
- Какова зависимость силы тока в проводнике от сопротивления этого проводника?
- Как формулируется закон Ома для участка цепи?
- Как выразить напряжение на участке цепи, зная силу тока в нем и его сопротивление?
- Напряжение на концах проводника увеличилось вдвое. Как изменилась сила тока, протекающего в проводнике?
- Необходимо вдвое уменьшить силу тока в данном проводнике. Что для этого нужно сделать?
- Почему электрическую лампу, рассчитанную на напряжение 127 В, нельзя включать в цепь с напряжением 220 В?

Далее, если у учащихся возникли какие-либо вопросы по решению домашних задач, их можно разобрать у доски.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Устройство реостата.
2. Правила пользования реостатами.

1. Учитель ставит перед учащимися проблему:

- Как создать устройство для регулирования силы тока в цепи?

Целесообразно снова обратить внимание учащихся на зависимость $R = \rho\frac{l}{S}$. Какие же параметры проводника следует изменять, чтобы изменить его сопротивление, а, следовательно, и силу тока в электрической цепи. Выбрав вариант изменения длины проводника, можно сообщить учащимся, что по подобному принципу устроены ***реостаты***.

Приборы, используемые для регулирования силы тока в электрических цепях, называются реостатами.

Чаще всего используются ползунковые реостаты и магазины реостатов. *Далее учитель знакомит учащихся с устройством реостатов и принципом их работы.*

2. Необходимо познакомить учащихся и с правилами работы с реостатами (обратить особое внимание на технику безопасности: недопустимо касаться руками рабочих частей реостата и так далее).

III. Решение качественных задач

Основную часть урока необходимо посвятить решению задач на закон Ома и расчет сопротивления проводника.

Решения качественных задач можно разобрать коллективно – это поможет учащимся глубже усвоить материал и в дальнейшем применять теоретические знания при решении расчетных задач.

Степень сложности расчетных и качественных задач учитель выбирает в зависимости от уровня подготовки учащихся. Ниже приведен список вопросов, из которых учитель может отобрать те, которые необходимы для данного урока:

– Что изменилось на участке цепи, если включенный последовательно с ним амперметр показывает увеличение силы тока?
– Какой проводник представляет большее сопротивление для постоянного тока: медный сплошной стержень или медная трубка, имеющая внешний диаметр, равный диаметру стержня? Длину обоих проводников считать одинаковой.
– Каким должно быть сопротивление амперметра, чтобы при включении его в цепь напряжение на зажимах источника тока практически не изменилось?
– У какого аккумулятора – с большей или меньшей площадью пластин – внутреннее сопротивление при прочих равных условиях меньше?
– Почему обмотку реостата не делают из алюминиевой проволоки?
– Требуется вдвое увеличить силу тока в данном проводнике. Что для этого нужно сделать?

IV. Расчетные задачи

Задача 1

Сопротивление медной проволоки 1 Ом, ее масса 1 кг. Какова длина проволоки? Площадь ее поперечного сечения?

Решение:

Воспользуемся формулами $R = \rho\frac{l}{S}$ и $m = dV = dlS$, где ρ – удельное сопротивление меди, d – ее плотность.

Эти две формулы образуют систему из двух уравнений с двумя неизвестными.

Из второго уравнения следует: $S = \frac{m}{dl}$. Подставляя в первое, получаем:

$R = \rho \frac{l}{\frac{ml}{dl}} = \rho \frac{dl^2}{m}$, откуда $l = \sqrt{\frac{Rm}{\rho d}}$. Тогда $S = \sqrt{\frac{m\rho}{Rd}}$.

Произведем вычисления, получаем: l = 81,3 м; S = 1,38 мм^2.

Ответ: l = 81,3 м; S = 1,38 мм^2.

Задача 2

Рассчитайте силу тока, проходящего по медному проводнику длиной 100 м, площадью сечения 0,5 мм^2, если к концам провода приложено напряжение 6,8 В.

Задача 3

Какова площадь поперечного сечения вольфрамовой проволоки, через которую идет ток 0,05 А при напряжении 5 В? Длина проволоки 4 *м.*

Задача 4

Никелированная проволока длиной 4 м и площадью поперечного сечения 0,4 мм^2 включена в цепь аккумулятора. Сила тока в цепи 0,3 А. Определить напряжение на полюсах аккумулятора.

Задача 5

Нужно изготовить провод длиной 100 м и сопротивлением 1 Ом. В каком случае провод получится легче: если его сделать из алюминия или из меди? Во сколько раз?

Домашнее задание

1. § 46, 47 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Выполнить упражнения 20, 21 (с. 108, 110 учебника).

Урок 44. Лабораторная работа № 5 «Регулирование силы тока реостатом». Лабораторная работа № 6 «Измерение сопротивления проводника при помощи амперметра и вольтметра»

Цели: научить учащихся определять сопротивление проводника, используя закон Ома; научить пользоваться реостатом для регулирования силы тока в электрической цепи; формировать умение собирать электрические цепи, измерять в них силу тока и напряжение при помощи амперметра и вольтметра.

Оборудование: источник питания, исследуемый проводник (небольшая никелированная спираль), ползунковый реостат, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Ход урока

Целесообразно на одном уроке провести две лабораторные работы. На предыдущих лабораторных работах (№ 3 и № 4) учащиеся уже научились пользоваться амперметрами и вольтметрами, выяснили правила включения

их в цепь, определяли цену деления амперметра и вольтметра. Но все же еще раз необходимо напомнить учащимся правила техники безопасности, когда необходимо делать различные переключения в цепи, особенно при изменении положения вольтметра в схеме.

Учащиеся собирают схему электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных источника постоянного тока, ключа, амперметра, проволочного резистора и ползункового реостата (ползунок реостата поставить в среднее положение). Затем присоединяют вольтметр к резистору, замыкают цепь и измеряют силу тока в цепи (I_1) и напряжение на резисторе (U_1).

Затем присоединяют вольтметр к реостату и измеряют напряжение (U_2).

На основании полученных данных можно рассчитать значения сопротивлений резистора и реостата:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \qquad R_2 = \frac{U_2}{I_2}.$$

Ученики должны записать значения силы тока в цепи при максимальном сопротивлении реостата (I_{min}) и максимальное значение напряжения на нем U_{max}. Затем можно уменьшать сопротивление реостата до тех пор, пока сила тока в цепи не будет равна 1 А, записывая при этом значение напряжения на реостате. На основании полученных данных можно рассчитать значение сопротивления реостата и сопротивление его активной части.

Результаты всех измерений и вычислений заносятся в таблицу.

Для контроля качества выполнения работы учитель следит за работой учащихся на всех этапах выполнения лабораторных работ. Наиболее способным учащимся в ходе работы можно предлагать творческие задания. Например:

а) предложите способ определения длины медного проводника площадью поперечного сечения 1 мм^2, используя амперметр и вольтметр;

б) имея кусок провода, изготовьте реостат.

Домашнее задание

1. Повторить материал по теме «Закон Ома для участка цепи».
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1319, 1320, 1328, 1330.

Урок 45. Последовательное соединение проводников

Цель: ознакомить учащихся с последовательным соединением проводников и закономерностями, существующими в цепи с последовательным соединением проводников.

Демонстрации: цепь с последовательно соединенными лампочками; постоянство силы тока в различных участках цепи; напряжения в цепи с последовательно соединенными проводниками.

Ход урока

I. Проверка знаний

С целью проверки усвоения изученного материал первые 10–15 минут уро-

ка можно посвятить письменной проверочной работе по карточкам. Можно предложить следующие варианты заданий для карточек разных уровней:

Уровень 1

1. О связи каких электрических величин идет речь в законе Ома для участка цепи?
2. Необходимо вдвое увеличить силу тока в цепи. Как это можно сделать?

Уровень 2

1. Требуется увеличить в 4 раза ток в цепи при возросшем вдвое сопротивлении. Что нужно для этого сделать?
2. Как можно определить сопротивление катушки, на которой намотан провод, не измеряя длины и сечения намотанной части провода?

Уровень 3

1. Определите силу тока в электрочайнике, включенном в сеть с напряжением 220 В, если сопротивление нити накала равно 40 Ом.
2. При напряжении 110 В, подведенном к резистору, сила тока в нем равна 5 А. Какова будет сила тока в резисторе, если напряжение на нем увеличить на 10 В?

Уровень 4

1. Определите силу тока, проходящего по стальному проводу длиной 100 м и сечением 0,5 мм^2, при напряжении 68 В.
2. Определите удельное сопротивление сплава, если напряжение на концах проволоки сечением 0,5 мм^2 и длиной 4 м, сделанной из него, равно 9,8 В, а сила тока в ней 2 А.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Последовательное соединение проводников.
> 2. Расчеты силы тока, напряжения и сопротивления в цепи с последовательно соединенными проводниками.
> 3. Применение последовательного соединения проводников.

1. Последовательным считают такое соединение проводников, при котором конец первого проводника соединяют с началом второго, конец второго – с началом третьего и так далее.

Продемонстрировав ряд опытов, учитель подводит учащихся к важным выводам:

а) ток, протекающий через все резисторы при последовательном соединении резисторов один и тот же;

б) при последовательном соединении резисторов общее напряжение на всем соединении равно сумме напряжений на каждом резисторе.

Для уяснения сущности этих закономерностей полезна гидродинамическая аналогия.

2. На основе перечисленных выше закономерностей и закона Ома для участка цепи устанавливаются формулы для общего сопротивления соединений резисторов:

$$I_{общ} = I_1 = I_2 = I_3,$$

$$U_{общ} = U_1 + U_2 + U_3,$$

$$R_{общ} = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} + \frac{U_3}{I_3} = R_1 + R_2 + R_3.$$

При изучении этого материала полезно использовать уже усвоенную учащимися зависимость $R = \rho\frac{l}{S}$ и дать качественную оценку: при последовательном соединении проводников как бы увеличивается длина проводника, включенного в цепь, что приводит к увеличению сопротивления.

3. Применение последовательного соединения проводников. Основным недостатком последовательного соединения проводников является то, что при выходе из строя одного из элементов соединения отключаются и остальные. Так, например, если перегорит одна из ламп елочной гирлянды, то погаснут и все другие. Указанный недостаток может обернуться и достоинством. Представьте себе, что некоторую цепь нужно защитить от перегрузки: при увеличении силы тока цепь должна автоматически отключаться.

– Как это сделать? (*Например, использовать предохранители.*)

Далее можно предложить учащимся самим привести примеры применения последовательного соединения проводников.

III. Решение задач

Оставшуюся часть урока желательно посвятить решению задач.

Задача 1

Как можно использовать одинаковые лампы, рассчитанные на напряжение 36 В, если напряжение в сети равно 220 В? Нарисуйте схему цепи.

Задача 2

Резисторы с сопротивлениями 2 кОм и 8 кОм соединены последовательно. На каком из них большее напряжение? Во сколько раз?

Задача 3

Вольтметр V_1 показывает 12 В (рис. 16). Каковы показания амперметра и вольтметра V_2?

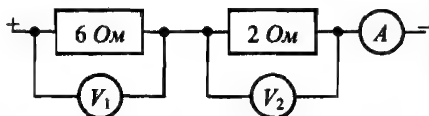


Рис. 16

Задача 4

Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых 50 Ом и 70 Ом. Напряжение на участке цепи 60 В. Найдите силу тока в цепи и напряжение на каждом из резисторов.

Домашнее задание

1. § 48 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Выполнить упражнение к параграфу (упр. 22).
3. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1342, 1350, 1353, 1354.

Урок 46. Параллельное соединение проводников

Цель: ознакомить учащихся с параллельным соединением проводников и закономерностями, существующими в цепи с параллельным соединением проводников.

Демонстрации: цепь с параллельно включенными лампочками; измерение напряжения и силы тока в проводниках при параллельном соединении.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока желательно посвятить письменной проверочной работе по карточкам. Можно предложить следующие варианты заданий для карточек разных уровней:

Уровень 1

1. Начертите схему последовательного соединения двух резисторов 1 Ом и 2 Ом. В каком из них сила тока больше?
2. Можно ли использовать две одинаковые лампы, рассчитанные на 110 В, в сети с напряжением 220 В? Как?

Уровень 2

1. Сколько одинаковых резисторов было соединено последовательно, если каждый из них имеет сопротивление 50 Ом, а их общее сопротивление составило 600 Ом?
2. Резисторы, сопротивления которых 30 Ом и 60 Ом, соединены последовательно и подключены к батарейке. Напряжение на первом резисторе 3 В. Какое напряжение на втором резисторе?



Рис. 17

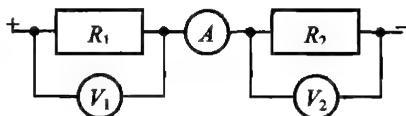


Рис. 18

Уровень 3

1. Сколько электрических лампочек нужно взять для изготовления елочной гирлянды, чтобы ее можно было включать в осветительную сеть с напряжением 220 В, если каждая лампа имеет сопротивление 23 Ом и рассчитана на силу тока 0,28 А?
2. В цепь включены последовательно три проводника сопротивлениями 5 Ом, 6 Ом и 12 Ом соответственно. Какая сила тока в цепи и какое напряжение приложено к концам цепи, если напряжение на втором проводнике 1,2 В?

Уровень 4

1. Вычислите сопротивление изображенного на рис. 17 участка цепи. Определите напряжение на проводнике R_1, если сила тока в проводнике R_2 равна 0,2 А.

2. Каковы показания амперметра и вольтметра V_2 (рис. 18), если $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 12{,}5$ Ом. При этом показания вольтметра V_1 равны 6 В?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Параллельное соединение проводников.
2. Закономерности в цепи с параллельным соединением.
3. Применение параллельного соединения проводников.

1. Параллельным называется такое соединение проводников, при котором начала всех проводников присоединяются к одной точке электрической цепи, а их концы – к другой.

Продемонстрировав ряд опытов, учитель подводит учащихся к выводу:
а) напряжение на концах всего разветвления равно напряжению на отдельных его ветвях;
б) при параллельном соединении резисторов сила тока в неразветвленной цепи равна сумме сил токов в разветвлениях.

Для уяснения сущности этих закономерностей полезна гидродинамическая модель.

Вопросы классу:
– Итак, какая из электрических величин одинакова для всех проводников, соединенных параллельно?
– Вспомните, какая из величин одинакова для проводников, соединенных последовательно?

2. На основе перечисленных выше закономерностей и закона Ома для участка цепи устанавливается формула для общего сопротивления соединения резисторов:

$$I_{общ} = I_1 + I_2 + I_3\,,$$

$$U_{общ} = U_1 = U_2 = U_3\,,$$

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{I_1}{U_1} + \frac{I_2}{U_2} + \frac{I_3}{U_3} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\,.$$

При изучении этого материала полезно использовать уже усвоенную учащимися зависимость $R = \rho\frac{l}{S}$ и дать качественную оценку: при параллельном соединении проводников площадь поперечного сечения как бы увеличивается, что приводит к уменьшению общего сопротивления.

Если соединены n проводников с одинаковым сопротивлением R, то общее сопротивление такого разветвления:

$$R_{общ} = \frac{R}{n}\,.$$

3. Применение параллельного соединения проводников. В одну и ту же электрическую цепь параллельно могут быть включены самые различные потребители электрической энергии. Такая схема соединения потребителей тока используется, например, в жилых помещениях. Далее можно предло-

жить учащимся самим привести примеры применения параллельного соединения проводников.

Вопросы учащимся:

– Как соединены между собой электрические приборы в вашей квартире?
– Какие напряжения используются для бытовых нужд?
– Почему не рекомендуется включать в одну розетку через тройник несколько мощных электроприборов?

III. Решение задач

Последнюю часть урока желательно посвятить решению задач.

Задача 1

Как изменится сопротивление цепи, если сопротивление одного из резисторов этой цепи: а) увеличить; б) уменьшить? Зависит ли ответ от типа соединения проводников?

Задача 2

Стальной и алюминиевый провода одинаковых размеров включены в цепь параллельно. Какая часть общего тока идет через стальной провод?

Задача 3

Амперметр A показывает силу тока 1,6 А при напряжении 120 В (рис. 19). Сопротивление резистора R_1 = 100 Ом. Определите сопротивление резистора R_2 и показания амперметров A_1 и A_2.

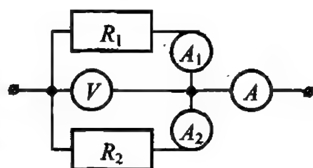


Рис. 19

Домашнее задание

1. § 49 учебника; вопросы и задания к параграфам.
2. Выполнить упражнение к параграфу (упр. 23).

Урок 47. Смешанное соединение проводников. Решение задач

Цели: закрепить знания учащихся о различных соединениях проводников и сформировать умения рассчитывать параметры комбинированных цепей.

Ход урока

I. Проверка знаний

Урок можно начать с краткой (10–15 минут) письменной проверочной работы по теме «Параллельное соединение проводников».

Уровень 1

1. К резистору сопротивлением 10 Ом подключили параллельно резистор сопротивлением 1 Ом. Как изменилось общее сопротивление цепи?

2. Два резистора, сопротивления которых 5 Ом и 10 Ом, подключены параллельно к батарейке. Сила тока в каком из них больше?

Уровень 2

1. Проводники сопротивлением 15 Ом и 20 Ом соединены параллельно. Вычислите общее сопротивление соединения.
2. Моток проволоки сопротивлением 20 Ом разрезали на две части и соединили параллельно. Каково сопротивление соединенной таким образом проволоки?

Уровень 3

1. Вычислите сопротивление цепи, состоящей из трех резисторов, сопротивления которых равны 540 Ом, 270 Ом и 135 Ом, если они соединены параллельно.
2. Проводники сопротивлением 3 Ом и 15 Ом соединены параллельно и включены в цепь напряжением 45 В. Определите силу тока в каждом проводнике и в общей цепи.

Уровень 4

1. Кусок проволоки сопротивлением 80 Ом разрезали на четыре равные части и полученные части соединили параллельно. Определите сопротивление этого соединения.
2. Вычислите величину сопротивления R_3 (рис. 20), если R_1 = 6 Ом, R_2 = 4 Ом, I_2 = 3 А, I = 9 А.

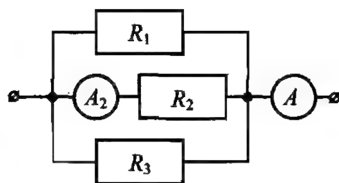


Рис. 20

II. Повторение и обобщение изученного

Прежде чем приступить к решению задач, целесообразно обобщить материал предыдущих двух уроков. Результатом такого обобщения может стать таблица с общими закономерностями в цепях с последовательным и параллельным соединением проводников.

Усвоению и закреплению знаний по этой теме способствует хороший подбор качественных вопросов и расчетных задач. В зависимости от уровня подготовки учащихся учитель должен подобрать такие задачи, которые наиболее эффективно содействуют закреплению соответствующих теме знаний, способствуют развитию необходимых умений и навыков.

Далее приводится примерный список качественных вопросов:

– Как изменится сопротивление электрической цепи, если подключить к любому звену цепи еще один резистор: а) последовательно; б) параллельно?
– Как измерить напряжение прибором, измеряющим силу тока?
– В каком случае вольтметр даст большее показание: при присоединении к лампе, или к амперметру? Почему?
– Что нужно сделать, чтобы уменьшить чувствительность амперметра?
– Нарисуйте такой рычажный реостат, у которого перемещение рукоятки с одного контакта на соседний вызывало бы изменение

сопротивления на 2 Ом, а полное сопротивление реостата составляло бы 12 Ом.

– В ходе лабораторной работы ученик собрал цепь неправильно, поменяв местами амперметр и вольтметр. Будет ли в собранной цепи гореть лампочка? Что покажут приборы? Какой прибор может выйти из строя?

III. Решение задач

Задача 1

Четыре одинаковые лампы соединены так, как показано на рис. 21, и подключены к источнику постоянного напряжения. Как изменится накал каждой из ламп, если лампа 4 перегорит? Зависимость сопротивлений ламп от накала не учитывайте.

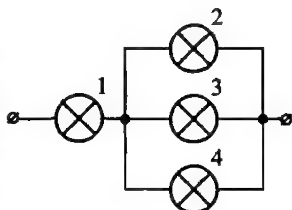


Рис. 21

Решение: Перегорание лампы 4 приведет к увеличению сопротивления цепи. Следовательно, полная сила тока в цепи уменьшится. Поэтому уменьшится накал лампы 1 и напряжение на ней. Поскольку общее напряжение в цепи не изменяется, увеличивается напряжение на участке с параллельным соединением ламп. Значит, накал ламп 2 и 3 увеличится.

Задача 2

Определите сопротивление участка цепи AB (рис. 22), если $R = 1$ Ом.

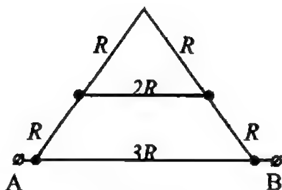


Рис. 22

Задача 3

Лампочку, рассчитанную на напряжение 2,5 В и силу тока 0,25 А, подключают последовательно с реостатом к источнику постоянного напряжения 4,5 В. При каком сопротивлении реостата лампочка будет гореть нормальным накалом?

Задача 4

Как получить сопротивление 25 Ом, использовав минимальное количество одинаковых резисторов сопротивлением по 10 Ом? Нарисуйте схему соответствующего соединения.

Задача 5

Как нужно соединить четыре резистора, сопротивления которых 0,5 Ом, 2 Ом, 3,5 Ом и 4 Ом, чтобы их общее сопротивление было 1 Ом?

Задача 6

Найдите сопротивление цепи, показанной на рис. 23. Сопротивление каждого резистора R. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

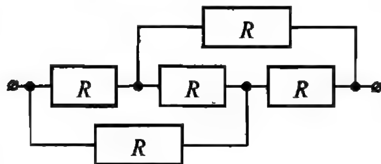


Рис. 23

Домашнее задание

1. Повторить § 48, 49 учебника;
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1385, 1386, 1387.

Урок 48. Контрольная работа № 3 «Строение атома. Сила тока, напряжение, сопротивление»

Цель: контроль и оценивание знаний, умений и навыков учащихся по изученным темам.

Уровень 1

Вариант I

1. Имеет ли электрический заряд ядро атома?
2. Два медных провода одинакового сечения имеют различную длину. Как это различие сказывается на величине сопротивления проводников?
3. Какие опыты подтверждают, что лампы в квартире включены параллельно?

Вариант II

1. Какой физической величиной пользуются для измерения силы тока?
2. Какого знака заряд имеет электрон? Почему?
3. Как изменится сила тока на участке цепи, если напряжение на концах участка в два раза увеличить?

Уровень 2

Вариант I

1. Каков физический смысл выражения «удельное сопротивление нихрома составляет 1,1 Ом·мм^2/м»?
2. Какой ток течет через вольтметр, если его сопротивление 12 кОм и он показывает напряжение 120 В?
3. Существует ли электрическое поле палочки (рис. 24)? Каким зарядом заряжен электроскоп? Пунктиром показано первоначальное положение листочков.

Вариант II

1. Сила тока в цепи составляет 2 А. Что это означает?
2. Какое напряжение надо создать на концах проводника сопротивлением 50 Ом, чтобы в нем возникла сила тока 2 А?
3. Как показать, что стеклянная палочка, наэлектризованная трением о бумагу, имеет заряд иного рода, чем заряд эбонитовой палочки, наэлектризованной трением о шерсть?

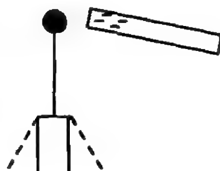


Рис. 24

Уровень 3

Вариант I

1. Зависит ли величина сопротивления проводника от напряжения на его концах? От силы тока в нем? Объясните.
2. Электрическая печь, сделанная из никелиновой проволоки длиной 56,25 м и сечением 1,5 мм^2, присоединена к сети напряжением 120 В. Определите силу тока, протекающего по спирали.

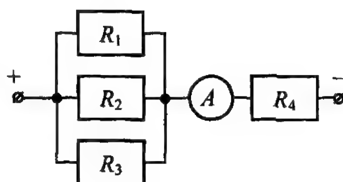


Рис. 25

3. Используя схему электрической цепи, изображенной на рис. 25, определите общее напряжение на участке АС, если амперметр показывает 5 А, а $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 5$ Ом.

Вариант II

1. Имеются три проводника одинаковой длины и сечения. Один из них содержит чистый алюминий, другой – чистую медь, а третий – сплав алюминия и меди. Какой из этих проводников обладает наибольшим сопротивлением и почему? Объясните.
2. Через алюминиевый проводник длиной 70 см и площадью поперечного сечения 0,75 мм^2 протекает ток силой 0,5 А. Каково напряжение на концах этого проводника?

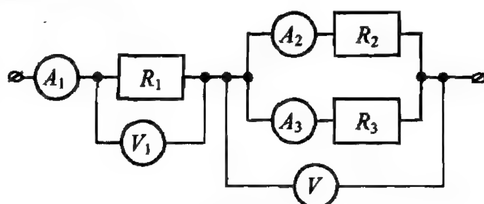


Рис. 26

3. Участок цепи состоит из трех проводников: $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 15$ Ом (рис. 26). Определите показания вольтметров V_1 и V_2 и амперметров A_1 и A_2, если амперметр A_3 показывает силу тока 2 *А*.

Уровень 4

Вариант I

1. Постройте графики зависимости силы тока в проводнике от напряжения, если при напряжении 6 В сила тока в первом проводнике равна 3 А; если при напряжении 4 В сила тока во втором проводнике равна 3 А. Чем отличаются друг от друга эти проводники?

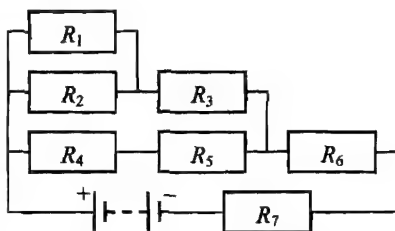


Рис. 27

2. Какова масса медного провода, который имеет площадь поперечного сечения 0,85 мм^2 и сопротивление 2 Ом?
3. Найдите силу тока в каждом из резисторов (рис. 27). Напряжение источника 91 В, сопротивление каждого из резисторов 35 Ом.

Вариант II

1. После изменения конструкции амперметра цена деления прибора изменилась, поэтому на него надо нанести новую шкалу. Как это сделать, используя другой амперметр?
2. Два алюминиевых провода имеют одинаковую массу. Диаметр первого провода в 2 раза больше, чем диаметр второго. Какой из проводов имеет большее сопротивление и во сколько раз большее?
3. Найдите силу тока в каждом из резисторов (рис. 28), если сопротивление каждого из резисторов 60 Ом, а напряжение источника тока 18 В.

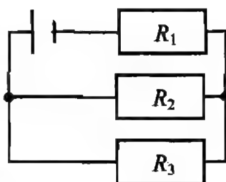


Рис. 28

Урок 49. Работа и мощность электрического тока

Цель: *выяснить характер зависимости между энергией, выделяемой на* участке цепи, электрическим током и сопротивлением этого участка цепи.

Демонстрации: механическая работа электрического тока; измерение мощности в электрической цепи с помощью амперметра и вольтметра.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

Перед началом изучения новой темы необходимо проанализировать результаты контрольной работы по темам «Строение атома» и «Сила тока, напряжение, сопротивление», остановиться на наиболее характерных ошибках, возможно, разобрать решение некоторых задач у доски.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Работа электрического тока как характеристика процесса превращения электрической энергии.
2. Расчет работы электрического тока.
3. Мощность электрического тока.
4. Измерение работы и мощности электрического тока.

1. Изучение нового материала целесообразно начать с повторения понятий энергии и механической работы, с которыми учащиеся знакомились при изучении механики в 7 классе.

Учитель задает вопрос:

– Что понимают под механической энергией и работой?

В качестве примера можно рассмотреть падение тела в поле тяготения Земли, приведя следующие рассуждения: если тело массой m падает с высоты h_1 до высоты h_2, то при этом сила тяжести совершает работу $A = mg(h_1 - h_2)$. Эта работа равна изменению потенциальной энергии тела: $A = E_{П1} - E_{П2}$. Но общая механическая энергия тела не изменилась, она стала равной сумме потенциальной и кинетической энергии тела на высоте h_2. Отсюда вывод: ***работа характеризует изменение энергии или превращение одного вида энергии в другой.*** В данном случае происходит превращение одного вида механической энергии (потенциальной) в механическую энергию другого вида (кинетическую).

Далее учитель сообщает, что работа электрнческого тока также характеризует процесс превращения энергин одного вида (энергии электрического поля) в энергию другого вида (внутреннюю энергию тел, в механическую и другие виды энергии).

При введении понятия работы электрического тока можно воспользоваться опытами, непосредственно демонстрирующими механическую работу электрического тока (подъем груза электродвигателем). Для демонстрации собирают установку из электродвигателя, последовательно с которым включают реостат и демонстрационный амперметр.

Учащиеся на опыте видят, что электрический ток совершает работу, следовательно, электрическая энергия превращается в механическую.

– Какие еще явления показывают, что электрический ток может совершать работу?

2. Чтобы установить, от чего зависит работа электрического тока, можно воспользоваться установкой с лампой накаливания. Изменяя сопротивление реостата, демонстрируется различное свечение лампы. Одновременно замеряется значение силы тока и напряжение в этих случаях. Очевидно, чем ярче светится лампа, тем больше выделяется в ней энергии и, следовательно, тем большую работу совершает электрический ток. Следовательно, именно этому случаю соответствуют и большие значения силы тока и напряжения. Опыт дает возможность качественно установить, что:

Работа электрического тока A пропорциональна силе тока I, напряжению U и времени прохождения тока t:

$$A = IUt.$$

Формулу работы можно получить и из известного учащимся выражения $U = \dfrac{A}{q}$. Отсюда: $A = Uq = Iut$.

За единицу работы электрического тока принят ***Джоуль***. Джоуль равен работе, выполняемой электрическим током силой 1 А при напряжении 1 В за 1 с:

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}.$$

3. Мощность электрического тока. С понятием мощности учащиеся уже встречались при изучении механики. Поэтому вначале можно повторить определение мощности и единицы ее измерения.

– Что понимают под механической мощностью? (Ответы учеников.)

Чтобы найти среднюю мощность электрического тока, надо его работу разделить на время:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UIt}{t} = UI.$$

За единицу мощности принят ***ватт*** (Вт):

1 Вт = 1 В · 1 А.

4. Для измерения работы электрического тока нужен прибор, учитывающий напряжение, силу тока и время прохождения тока. Таким прибором является ***электрический счетчик***. Электрические счетчики устанавливаются везде, где используется электрическая энергия.

Для измерения мощности электрического тока используются ***ваттметры***, учитывающие напряжение и силу тока. Измерить мощность можно и с помощью вольтметра и амперметра. Чтобы вычислить искомую мощность, умножают напряжение на силу тока, найденные по показаниям приборов.

III. Решение задач

Если в конце урока остается время, его желательно посвятить решению задач:

Задача 1

Два резистора имеют сопротивления по 1 Ом. Какова будет мощность тока, если подключить к источнику постоянного напряжения 1 В один резистор? Два резистора параллельно? Два резистора последовательно?

Задача 2

Какую работу совершит электрический ток в лампочке карманного фонаря за 10 мин, если напряжение 4 В, а сила тока 250 мА?

Задача 3

При перемещении заряда 50 Кл по проводнику совершена работа 200 Дж. Определить время прохождения тока и мощность.

Задача 4

Определите КПД электрического двигателя, который при напряжении 220 В и силе тока 2 А за 30 с поднимает груз массой 100 кг на высоту 10 м.

Решение: По определению КПД – это отношение полезной работы к затраченной: $\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\%$. Полезная работа равна $A_п = mgh$, затраченная работа – $A_з = UIt$.

Тогда $\eta = \frac{mgh}{UIt} \cdot 100\% = \frac{100кг \cdot 9{,}8м/с^2 \cdot 10м}{220В \cdot 2А \cdot 30с} \cdot 100\% \approx 76\%$.

(*Ответ:* $\eta \approx 76\%$.)

Задача 5

Увеличится или уменьшится потребляемая елочной гирляндой мощность, если уменьшить количество лампочек на одну?

Домашнее задание

1. § 50–52 учебника; вопросы к параграфу.
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1396, 1398, 1405, 1407.

Урок 50. Нагревание проводников электрическим током. Закон Джоуля–Ленца

Цели: ознакомить учащихся с законом Джоуля–Ленца; показать универсальность закона сохранения и превращения энергии.

Демонстрации: нагревание проводников из разных веществ электрическим током; устройство и принцип действия электронагревательных приборов.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока целесообразно посвятить проверке усвоения материала по теме «Работа и мощность электрического тока». С этой целью можно провести тестирование или письменную проверочную работу по индивидуальным карточкам. Для карточек можно предложить следующие варианты разноуровневых заданий:

Уровень 1

1. Напряжение на концах электрической цепи 1 В. Какую работу совершит в ней электрический ток в течение 1 с при силе тока 1 А?
2. Одна электрическая лампа включена в сеть напряжением 127 В, а другая – в сеть напряжением 220 В. В какой лампе при прохождении 1 Кл совершается большая работа?

Уровень 2

1. По проводнику, к концам которого приложено напряжение 5 В, прошло 100 Кл электричества. Определите работу тока.
2. Электрическая лампочка включена в цепь с напряжением 10 В. Током была совершена работа 150 Дж. Какое количество электричества прошло через нить накала лампочки?

Уровень 3

1. Какую работу совершит ток силой 3 А за 10 мин при напряжении в цепи 15 В?
2. К источнику тока напряжением 120 В поочередно присоединяли на одно и то же время проводники сопротивлением 20 Ом и 40 Ом. В каком случае работа электрического тока была меньше и во сколько раз?

Уровень 4

1. Башенный кран равномерно поднимает груз массой 0,5 т на высоту 30 м за 2 мин. Сила тока в электродвигателе равна 16,5 А при напряжении 220 В. Определите КПД электродвигателя крана.
2. Транспортер поднимает за время 1 мин груз массой 300 кг на высоту 8 м. КПД транспортера 60%. Определите силу тока через электродвигатель транспортера, если напряжение в сети 380 В.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Тепловое действие электрического тока.
2. Закон Джоуля–Ленца.

1. При введении понятия работы электрического тока мы уже пользовались тепловым действием тока (нагреваиие проводников). Собираем электрическую цепь, в которую последовательно включаем лампу накаливания и реостат. Для измерения силы тока и напряжения на лампе применяем демонстрационные амперметр и вольтметр.

Учащимся уже известно, что в проводнике при протекании тока происходит превращение электрической энергии во внутреннюю, и проводник нагревается.

– Почему при прохождении электрического тока проводник нагревается?

Они неоднократно наблюдали тепловое действие тока в бытовых приборах. На опыте с лампой накаливания учащиеся убедились, что накал лампы возрастал при увеличении тока. Но нагревание проводников зависит не только от силы тока, но и от сопротивления проводников.

Полезно поставить опыт, показывающий тепловое действие тока в цепочке, состоящей из трех последовательно соединенных проводников разного сопротивления: медного, стального и никелинового. Ток во всех последовательно соединенных проводниках одинаков. Количество же выделяющейся теплоты в проводниках разное. Из опыта делается вывод:

Нагревание проводников зависит от их сопротивления. Чем больше сопротивление проводника, тем больше он нагревается.

– Из какого материала необходимо изготовлять спирали для лампочек накаливаиия?
– Какими свойствами должен обладать металл, из которого изготовляют спирали нагревательных элементов?

2. Закон Джоуля–Ленца. Учащиеся знают уже формулу для работы $A = UIt$. Кроме того, им известно, что в неподвижных проводниках вся работа тока идет лишь на нагревание проводников, то есть на то, чтобы увеличить их внутреннюю энергию. Следовательно, количество теплоты

$$Q = A = UIt.$$

Из закона Ома для участка цепи $U = IR$. Если это учесть, то $Q = I^2Rt$.

Количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени.

Необходимо заметить, что формулы $Q = I^2Rt$, $Q = UIt$ и $Q = \frac{U^2}{R}t$, вообще говоря, не идентичны. Дело в том, что первая формула всегда определяет превращение электрической энергии во внутреннюю, то есть количество теплоты. По другим формулам в общем случае определяют расход элек-

трической энергии, идущей как на нагревание, так и на совершение механической работы. Для неподвижных проводников эти формулы совпадают.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления изученного материала можно в конце урока коллективно обсудить решения нескольких задач:

- Две проволоки одинаковой длины и сечения – железная и медная – соединены параллельно. В какой из них выделится большее количество теплоты?
- Спираль электрической плитки укоротили. Как изменится количество выделяемой в ней теплоты, если плитку включить в то же напряжение?
- Какое количество теплоты выделится в течение часа в проводнике сопротивлением 10 Ом при силе тока 2 А?
- Определите количество теплоты, которое дает электроприбор мощностью 2 кВт за 10 мин работы?

Домашнее задание

1. § 53 учебника; вопросы к параграфу.
2. Выполнить задания из упражнения 27 (учебник, с. 125).
3. Желающие учащиеся могут подготовить к следующему уроку доклады учащихся по темам:
   «Первое электрическое освещение свечами П. Н. Яблочкова».
   «Лампы накаливания и история их изобретения».
   «Использование теплового действия тока в промышленности и сельском хозяйстве».

Дополнительный материал

Джеймс Преснот Джоуль (1818–1889)

Родился Джоуль в Манчестере 24 декабря 1818 года, по профессии был пивоваром. Первые работы Джоуля в физике связаны с изобретением электромагнитных аппаратов, которые были ярким примером превращаемости физических сил. Джоуль был прекрасным экспериментатором. Исследуя законы выделения теплоты электрическим током, он понял, что опыты с гальваническими источниками не дают возможности ответить на вопрос, какой вклад в нагрев проводника вносит переносимая теплота химических реакций, а какой сам ток.

В результате многочисленных опытов, Джоуль пришел к выводу, что теплоту можно получать с помощью механических сил.

В 1843 г. Джоуль нашел механический эквивалент теплоты. Эту величину впоследствии он определял различными способами. Опыты Джоуля просты по идее, но в каждом из них можно найти какую-нибудь экспериментальную тонкость. Например, в последнем, о котором шла речь, для предотвращения движения всей массы воды к боковым стенкам калориметра в радиальном направлении были прикреплены четыре ряда пластинок; в целях теплоизоляции металлическая ось разделена на две части деревянным цилиндром.

Джоуль внес большой вклад в кинетическую теорию газов, открыв вместе с Томсоном эффект изменения температуры газа при его расширении (Эффект Джоуля-Томсона). Из работ Джоуля непосредственно следовало, что теплота не является веществом, что она состоит в движении частиц. Все это, несомненно, способст-

вовало утверждению и признанию закона сохранения и превращения энергии, открытие которого явнлось величайшим завоеванием науки XIX века.

Значение этого закона для науки трудно переоценить.

На основе законов сохранения, и, в частности, закона сохранения и превращения энергии, в науке и технике производятся различные расчеты, предсказываются новые эффекты и явления, с материалистических позиций оцениваются открытия. Если, скажем, новая теория или проект новой установки не противоречат закону сохранения и превращения энергии, то это служит убедительным аргументом в их пользу.

Урок 51. Применение теплового действия электрического тока

Цели: выяснить причины перегрузки сети и короткого замыкания, объяснить учащимся назначение предохранителей; изучить устройство лампы накаливания.

Демонстрации: устройство и принцип действия лампы накаливания; устройство и принцип действия предохранителей; устройство и принцип действия электронагревательных приборов.

Ход урока

I. Повторение изученного

Повторить материал, изученный на предыдущем уроке, можно в ходе фронтального опроса по теме «Закон Джоуля–Ленца»:

- В чем проявляется тепловое действие тока? При каких условиях оно наблюдается?
- Почему при прохождении тока проводник нагревается?
- Почему, когда по проводнику пропускают электрический ток, проводник удлиняется?
- По какой формуле можно рассчитать количество теплоты, выделяемое проводником с током?
- Как формулируется закон Джоуля–Ленца?
- Последовательно соединенные медная и железная проволоки одинаковой длины и сечения подключены к аккумулятору. В какой из них выделится большее количество теплоты за одинаковое время?

II. Применение теплового действия электрического тока

На данном уроке необходимо остановиться на использовании теплового действия тока на практике:

а) электрические лампы накаливания;
б) электрические нагревательные приборы;
в) короткое замыкание;
г) плавкие предохранители.

Следует уделить несколько минут на уроке рассмотрению вопросов о коротком замыкании, о назначении и устройстве предохранителей.

К пониманию вопроса о коротком замыкании учащиеся уже достаточно подготовлены. Им уже говорилось, что электрические цепи рассчитаны на определенную силу тока. Если сопротивление цепи по каким-либо причинам уменьшится, то сила тока возрастет и может стать больше допустимой. Естественно, при этом будут нагреваться провода, возможно воспламенение изоляции проводов и даже расплавление проводов. Такое уменьшение сопротивления цепи может возникнуть при включении параллельно дополнительных потребителей. При коротком замыкании ток может достигнуть очень большой величины и возникнет опасность пожара. Избежать этой опасности помогают предохранители.

Предохранитель

Предохранитель – это устройство для предотвращения недопустимого и опасного действия установки, машины, аппарата, прибора, оружия и прочего, в результате нарушения нормальных условий и режимов их работы, аварий, неосторожного обращения и др. Наиболее распространены плавкие предохранители для защиты электрических сетей от токов короткого замыкания. Предохранительные клапаны нужны для защиты паровых котлов и напорных воздушных баков (ресиверов) от чрезмерного повышения давления, а также предохранители применяются в ружьях и пистолетах.

Предохранитель плавкий – это устройство для защиты электрических установок от токов коротких замыканий и перегрузок, прерывающие цепь в результате расплавления специального проводника. При возрастании тока в цепи свыше номинального значения в плавких предохранителях происходит расплавление плавких вставок и защищаемого плавкого предохранителя проводов, машин, аппаратов. Различают номинальный ток плавкого предохранителя, на который рассчитаны его токоведущий и контактные несменяемые части и номинальный ток сменяемой плавкой вставки, выполняемой на различные номиианльные токи.

Чтобы предотвратить возникновение длительной электрической дуги, плавкая вставка должна иметь длину больше той, при которой может гореть дуга под данным напряжением, поэтому на плавких предохранителях кроме номинального тока, указывается также и наибольшее допустимое рабочее напряжение установки.

Достоинством плавких предохранителей является простота и дешевизна; недостатком – необходимость замены плавких вставок, что особенно затрудняется в установках высокого напряжения. Кроме того, электрические машины защищают плавкие предохранители только от токов коротких замыканий.

На уроке можно также показать фрагменты видеофильмов о применении электрического тока, например: «Из истории электрического освещения»; «Электричество служит людям»; «Работает электрический ток».

Далее заслушиваются доклады учащихся.

Домашнее задание

1. § 54, 55 учебника; вопросы к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1443, 1444, 1446.

Дополнительный материал

Опыты Джоуля

Первые точные опыты, доказывающие эквивалентность количества теплоты, переданного телу, и работы, были выполнены английским ученым Д. Джоулем в середине XIX в.

Интерес к проблеме впервые возник у Джоуля из знакомства с электрическими двигателями, которые только что были изобретены. Джоуль был человеком весьма практического склада ума, и его увлекла идея создать вечный источник энергии. Он изготовил вольтову батарею, запустил от нее примитивный электродвигатель собственной конструкции и увидел, что получить нечто из ничего не удается: цинк в батарее съедался, и замена его обходилась довольно дорого. (Позже Джоуль доказал, к своему собственному удовольствию, что прокормить лошадь всегда дешевле, чем менять цинк в батареях, так что лошадь никогда не будет вытеснена электродвигателем.) Это побудило Джоуля исследовать связь между теплотой и энергией всех видов, и он решил выяснить, существует ли точное количественное соотношение между теплотой и механической энергией.

Джоуль пришел к следующему результату: при совершении работы 4,2 Дж происходит такое же повышение температуры, как и при сообщении телу количества теплоты, равного 1 кал.

Многочисленные последующие опыты самого Джоуля и других ученых подтвердили сделанный вывод. Было экспериментально доказано, что калория есть не что иное, как тепловая единица энергии. Величина 4,2 Дж/кал (или, точнее, 4,1868 Дж/кал) получила название механического эквивалента теплоты: это переводной множитель из тепловых единиц в механические.

В СИ количество теплоты выражают в джоулях, а удельную теплоемкость – в джоулях на килограмм – кельвин. Для воды удельная теплоемкость примерно равна 4190 Дж / (кг · К).

Томас Алва Эдисон
(1847–1931)

Томас Алва Эдисон родился в 1847 году. Жил он в маленьком городишке США. Его считали в школе ленивым учеником, хотя внимательный учитель мог бы заметить в нем природную любознательность и склонность к исследованиям. В подвале дома он устроил химическую лабораторию и ставил там различные опыты.

В 12 лет Томас бросил школу и стал разносчиком газет. Потом он освоил профессию телеграфиста, блестяще изучил технику телеграфирования, телеграфный аппарат. Первое изобретение Эдисона связано именно с телеграфным аппаратом. Эдисон сконструировал приставку, которая автоматически и периодически посылала условный сигнал на станцию, подтверждающий, что телеграфист бдительно дежурит у аппарата.

С тех пор в течение более чем 60 лет Эдисон вел напряженную изобретательскую работу, хлопотал о внедрении своих технических новшеств в производство.

Эдисон проявлял энергию и упорство в достижении поставленной цели. Так, поставив перед собой задачу создать завод по производству карболовой кислоты, он почти не выходил из лаборатории, но проблему он решил. Для того чтобы создать щелочной аккумулятор, он провел десятки тысяч опытов.

В 1878 г. Эдисон обратился к проблеме электрического освещения, пошел по пути усовершенствования лампы накаливания А. Н. Лодыгина.

За один год он провел 6000 опытов в поисках наилучшего материала для нити лампы накаливания. И хотя лампы Эдисона получили признание, все же лучший

материал для нитей – вольфрам предложил А. Н. Лодыгин; нити из вольфрама используются до сих пор в большинстве ламп накаливания.

Телефон изобрел А. Белл, а Эдисон внес в него значительные усовершенствования, которые устраняли посторонние шумы и позволяли хорошо слышать собеседника на любом расстоянии.

Эдисон развивал идеи предшественников, теперь изобретатели разных стран шли по открытому им пути: были созданы граммофон, патефон, электрофон.

Умер Эдисон в 1931 году.

Урок 52. Решение задач

Цели: закрепить знания учащихся о работе и мощности электрического тока, о тепловом действии тока; сформировать навыки расчета количества теплоты, выделяемого в различных электрических цепях.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока целесообразно посвятить проверке усвоения материала по теме «Закон Джоуля–Ленца». С этой целью можно провести письменную проверочную работу по карточкам с разноуровневыми индивидуальными заданиями. Для карточек можно предложить следующие варианты заданий:

Уровень 1

1. В чем причина короткого замыкания? К чему оно приводит в электрической цепи?
2. Параллельно соединенные медная и железная проволоки одинаковой длины и сечения подключены к аккумулятору. В какой из них выделится большее количество теплоты за одинаковое время?

Уровень 2

1. Сколько теплоты выделится в электрическом нагревателе в течение 2 мин, если его сопротивление 20 Ом, а сила тока в цепи 6 А?
2. В спирали электроплитки, включенной в розетку с напряжением 220 В, при силе тока 3,5 А выделилось 690 кДж теплоты. Сколько времени была включена в сеть плитка?

Уровень 3

1. Два резистора сопротивлением 6 Ом и 10 Ом включены в цепь последовательно. Какое количество теплоты выделится в каждом резисторе за 2 мин, если напряжение во втором равно 20 В?
2. Два проводника соединены параллельно. В первом за 1 мин выделилось 3,6 кДж теплоты, а во втором за то же время – 1,2 кДж. Вычислите сопротивление второго проводника, если сопротивление первого равно 2 Ом.

Уровень 4

1. Сколько времени будут нагреваться 1,5 л воды от 20°С до 100°С в электрическом чайнике мощностью 600 Вт, если КПД его 80%?
2. За время 40 с в цепи, состоящей из трех одинаковых проводников, соединенных параллельно и включенных в сеть, выделилось некоторое количество теплоты. За какое время выделится такое же количество теплоты, если проводники соединить последовательно?

II. Повторение изученного

Прежде чем приступить к решению расчетных задач, целесообразно обсудить коллективно ряд качественных вопросов по теме. Далее приведены примеры таких качественных задач, из которых учитель в зависимости от уровня подготовки класса может выбрать наиболее подходящие:

1. Сила тока в сетевом шнуре и спирали электроплитки одна и та же. Почему же спираль раскаляется, а шнур остается холодным?

2. Почему в предохранителях обычно используют проволочку из свинца?

3. На одной лампе написано «220 В, 100 Вт», на другой «220 В, 40 Вт». У какой из них сопротивление нити накала в рабочем состоянии больше?

4. Увеличится или уменьшится потребляемая елочной гирляндой мощность, если уменьшить количество лампочек на одну?

5. Как следует подключить к источнику постоянного напряжения пять резисторов с различными сопротивлениями, чтобы получить максимальное количество теплоты за 1 мин?

6. Можно ли включать в сеть 220 В две последовательно соединенные лампы, на которых написано «25 Вт, 110 В» и «100 Вт, 110 В»?

7. На часть раскаленной спирали электроплитки попала вода. Как изменился накал тех участков спирали, на которые вода не попала? При решении учтите зависимость сопротивления металла от температуры.

8. Перегоревшую нагревательную спираль заменили другой, которая отличается только меньшим диаметром проволоки. Как изменилась мощность нагревателя?

III. Решение задач

Задача 1

В каком из резисторов, изображенных на рисунке 29, выделится за одно и то же время наибольшее количество теплоты, если R_1 = 6 Ом, R_2 = 3 Ом, R_3 = 5 Ом, R_4 = 24 Ом.

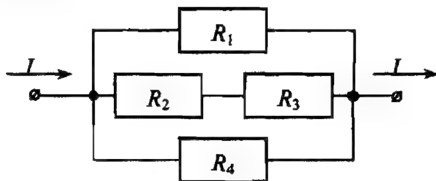


Рис. 29

Задача 2

Резисторы с сопротивлениями 24 Ом и 72 Ом подключают к источнику постоянного напряжения один раз последовательно, а другой раз параллельно. В каком случае в первом из резисторов выделяется большее количество теплоты за одно и то же время? Во сколько раз большее?

Задача 3

Во сколько раз изменится мощность тока в лампах 1 и 2 (рис. 30), и общая потребляемая мощность, если лампа 3 перегорит? Все лампы одинаковы. Напряжение в цепи считайте постоянным.

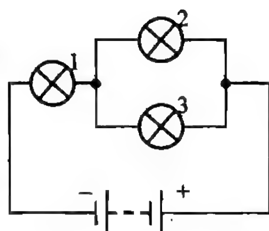


Рис. 30

При высоком уровне подготовки учащихся целесообразно решение комбинированных задач, в которых используются еще и формулы:

$Q = cm(t_1 - t_2)$;

$A = FS = Fvt$ и другие.

Задача 4

Определите, на сколько градусов нагреваются 100 г воды, если на нагрев их израсходовано все количество теплоты, выделяющееся при протекании тока 5 А по проводнику сопротивлением 10 Ом в течение 2 мин.

Задача 5

Какой длины надо взять никелиновую проволоку площадью поперечного сечения 0,84 мм^2, чтобы изготовить нагреватель на 220 В, при помощи которого можно было бы нагреть 2 л воды от 20 °С до кипения за 10 мин при КПД 80%?

Задача 6

Электрический нагреватель за 20 мин доводит до кипения 3 кг воды, начальная температура которой 10 °С. Сила тока в нагревателе 7 А, напряжение в сети 220 В. Какая часть потребляемой нагревателем энергии передается окружающей среде?

Домашнее задание

1. Подготовиться к лабораторной работе № 7.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1449, 1452, 1457.

Вариант урока 52. Урок-КВН

Цели: повторить и обобщить материал, изученный по темам «Электрические явления».

Ход урока

Учащиеся заранее делятся на две команды, выбираются капитаны команд.

I. Размннка. Конкурс «Найди правильную дорогу»

Каждая команда получает карточку, где в три столбика выписаны обозначения физических величин, их единицы и их названия. Необходимо стрелками соединить каждую физическую величину со своей единицей измерения и названием:

U	*Ом*	Напряжение
I	*А*	Сила тока
t	*В*	Работа
A	*Вт*	Время
q	*Кл*	Заряд
R	*Дж*	Мощность
P	*с*	Сопротивление

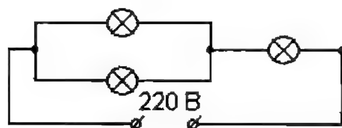
Такое задание помогает с самого начала игры вспомнить основные физические величины, изученные по теме.

II. Реши задачу, проверь результат экспериментально

Каждой команде дается задача.

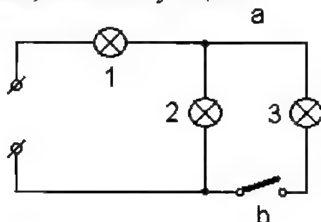
Задача 1

Три лампы мощностью 50, 50, 100 Вт, рассчитанные на напряжение 110 В, нужно включить в сеть в напряжение 220 В так, чтобы онн горели с номинальным накалом. По какой схеме это можно сделать? (*Ответ:* Лампочки по 50 Вт включаются параллельно, к ним последовательно лампочка на 100 Вт.)



Задача 2

Три одинаковые электролампы включены в электрическую цепь. Одинаково ли будет их накал, если замкнуть цепь?



(*Ответ:* При замыкании ключа сопротивление участка *ab* электрической цепи уменьшается, а сила тока в цепи увеличивается. Следовательно, накал лампы 1 усиливается. С другой стороны, уменьшение сопротивления

участка *ab* уменьшит напряжение на его концах, поэтому накал лампы 2 ослабится. Накал лампы 3 будет такой же, как у лампы 2.)

III. «Найди лишнего»

Каждая команда получает по три конверта, в которые вложены карточки с терминами. Необходимо в каждом конверте найти лишнюю карточку.

1. Конверт «Физические величины»

Объем; масса; плотность; сила тока; удельнбое сопротивление; заряд; количество теплоты; сопротивление; напряжение; время; работа; мощность.

Лишняя карточка: масса, плотность.

2. Конверт «Физические приборы и механизмы»

Амперметр; вольтметр; динамометр; блок; барометр; термометр; спидометр; жидкость; мензурка; рычаг и др.

Лишняя карточка: жидкость.

3. Конверт «Физические явления»

Молния; инерция; радуга; падение тел; тяготение; короткое замыкание; движение; момент силы; нагревание; трение и др.

Лишняя карточка: момент силы.

IV. «Найди правильные формулы»

Каждой команде выдается по конверту с 10–15 карточками, на которых выписаны формулы. Среди всех формул только 4–6 – правильные, например:

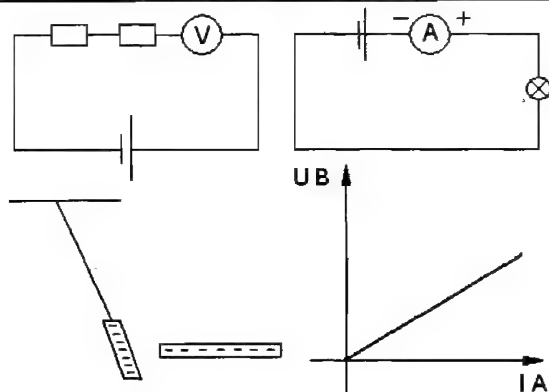
$A = Uq$	$I = U/R$	$N = At$	$F_1 l_1 = F_2 l_2$
$Q = I^2 Rt$	$I = q/t$	$\rho = mV$	$A = Nt$
$F_1 F_2 = l_1 l_2$	$P = UI$	$g = Pm$	$F_T = m/g$

Необходимо найти все правильные формулы.

V. «Найди ошибку»

На доске вывешиваются картинки с различными физическими явлениями, например:

Через 1 минуту картинки снимаются. Выигрывает та команда, которая назовет и объяснит все ошибки, допущенные в картинках.



VI. Итог урока

Подводится итог игры, определяется команда-победитель.

Учитель оценивает работу наиболее активных учеников. Оценивая работу в подобных играх, желательно ставить ученикам только «пятерки» и «четверки» (возможно даже «четверки» – только по желанию ученика).

Можно провести общий анализ знаний по теме и дать некоторым ученикам «спец. задание» – повторить тот или иной параграф, формулу, вспомнить решение задач.

Вопросы по теме:

1. Какова причина движения заряженных частиц?
2. Что значит термин «свободные электроны»?
3. Движение каких частиц принимают за движение электрического тока?
4. Какие действие электрического тока вы знайте?
5. От чего зависит электрическое сопротивление проводника?
6. Почему сила электрического тока во всех участках последовательной цепи одинакова?
7. Почему сила тока в цепи с разветвлениями равна сумме сил токов в отдельных ветвях?
8. Запишите закон Ома.
9. Расскажите о силе тока как о физической величине.
10. Расскажите о напряжении как о физической величине.
11. Расскажите о приборах используемых электрических цепях?
12. Что такое электрический ток?
13. Что нужно создать в проводнике, чтобы в нем существовал ток?
14. Как можно наблюдать химическое действие тока?
15. Где используется тепловое действие тока?
16. Направление движения каких частиц в проводнике принято за направление тока?

17. От какого полюса источника тока и к какому принято считать направлением тока?
18. Какой величиной определяется сила тока в электрической цепи?
19. Что принимают за единицу силы тока?
20. Как называется эта величина?

Урок 53. Лабораторная работа № 7 «Измерение работы и мощности электрического тока»

Цели: закрепить знания учащихся о работе и мощности электрического тока; развивать их практические умения и навыки пользования приборами для измерения параметров электрических цепей; научить экспериментально определять работу и мощность электрического тока.

Оборудование: источник питания, низковольтная лампа на подставке, вольтметр, амперметр, ключ, соединительные провода, секундомер (или часы с секундной стрелкой).

Ход урока

Для вычисления работы и мощности тока проще всего измерить величину силы тока и напряжение и воспользоваться формулами:

$$A = U \cdot I \cdot t,$$

$$P = U \cdot t.$$

Из второй формулы можно получить широко применяемые в быту единицы измерения электрической энергии – киловатт-час:

$$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3{,}6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Учащимся можно предложить выполнить творческое задание: взять две одинаковые лампочки и включить их в схему один раз – последовательно, а другой раз – параллельно. Подсчитать мощность тока на электрической лампочке в обоих случаях и объяснить различия в полученных результатах.

В заключение урока можно показать демонстрационный (или обычный) счетчик электрической энергии, обратив внимание на вращение его диска. Учитель сообщает, как по показаниям счетчика произвести расчет стоимости израсходованной электроэнергии. Можно дать задание на дом: два раза через какое-то время снять показания счетчика и произвести расчет стоимости электроэнергии, израсходованной за это время.

Домашнее задание

Повторить § 50–53 учебника.

Глава IV
Электромагнитные явления

Урок 54. Магнитное поле тока

Цели: сформировать у учащихся научные представления о магнитном поле и установить связь между электрическим током и магнитным полем.

Демонстрации: действие магнитного поля прямого проводника с током на магнитную стрелку; магнитные спектры прямого и кругового проводников с током; усиление магнитного поля катушки при введении железного сердечника.

Ход урока

I. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Простейшие свойства магнитных материалов.
> 2. Связь электрических и магнитных явлений.
> 3. Магнитное поле. Определяющие свойства магнитного поля.
> 4. Направление и линии магнитного поля.

1. Магнетизм, как явление, известен, по крайней мере, с пятого века до нашей эры, но изучение его сущности продвигалось очень медленно. Еще древние греки знали, что существует особый минерал – камень из Магнесии (область в древнегреческой Фессалии), способный притягивать небольшие железные предметы.

Однако впервые свойства магнита были описаны лишь в 1269 году. А первой крупной работой, посвященной исследованию магнитных явлений, является книга Вильяма Гильберта «О магните», вышедшая в 1600 году.

На основании опытных исследований Гильберт установил простейшие свойства магнитных материалов:

а) магнитное притяжение и отталкивание присущи только некоторым телам: железной руде, железу, стали и некоторым сплавам;

б) магнит имеет по крайней мере два полюса: северный и южный;

в) одноименные полюса магнитов отталкиваются, а разноименные – притягиваются;

г) свободно подвешенный магнит ориентируется определенным образом относительно стран света.

2. Необходимо обратить внимание учащихся на то, что магнитные взаимодействия рассматривались первоначально как совершенно не связанные с электрическими. Хотя еще в далекие времена было замечено, что молния перемагничивает компасы на кораблях, намагничивает стальные предметы.

Прямое экспериментальное обнаружение связи между электрическими и магнитными явлениями произошло благодаря счастливой случайности: когда Эрстед читал лекцию о постоянных токах, он обратил внимание на

то, что магнитная стрелка, находившаяся вблизи проводника, повернулась при включении тока.

После того, как были обнаружены взаимодействия магнита с магнитом и электрического тока с магнитом, возник вопрос: будет ли иметь место магнитное взаимодействие между электрическими токами?

Положительный ответ на этот вопрос был получен Ампером, который экспериментально обнаружил, что параллельные проводники с токами взаимодействуют друг с другом.

3. Магнитное поле. На основании опытов необходимо подвести учащихся к следующему выводу: ***в пространстве вокруг проводника с током возникают силы, действующие на движущиеся заряды и на магнитную стрелку.***

Эти силы получили название ***магнитных***. Таким образом, магнитным полем мы будем называть то состояние пространства, которое дает себя знать действием магнитных сил.

Определяющие свойства магнитного поля таковы:

а) магнитное поле ***порождается*** магнитами и токами;

б) магнитное поле ***обнаруживается*** по действию на магниты и токи.

4. Из опытов видно, что магнитная стрелка, которая может свободно вращаться вокруг своей оси, всегда устанавливается, ориентируясь определенным образом, в данной области магнитного поля. Исходя из этого, вводится понятие о ***направлении магнитного поля*** в данной точке. Необходимо запомнить, что направление, на которое указывает северный полюс магнитной стрелки, является направлением магнитного поля в данной точке.

Используя железные опилки, следует показать учащимся ***спектр магнитного поля*** прямого тока и ввести понятие о ***линиях магнитного поля***.

Линиями магнитного поля являются линии, проведенные так, что касательные к ним в каждой точке указывают направление поля в этой точке.

После введения понятия линий магнитного поля надо показать графическое изображение магнитных полей и ввести правило для определения направления линий магнитного поля. Например, правило «обхвата» правой рукой: ***если правой рукой мысленно «обхватить» проводник так, чтобы большой палец был направлен по току, то четыре пальца покажут направление линий магнитного поля***.

При этом следует обратить особое внимание учащихся на отличие линий магнитного поля от силовых линий электрического поля: линии магнитного поля либо замкнуты, либо начинаются и заканчиваются на бесконечности.

Разумеется, необходимо объяснить, что линии магнитного поля реально не существуют, они всего лишь удобный способ его описания.

II. Закрепление изученного

С целью закрепления материала в конце урока можно коллективно обсудить ряд качественных вопросов и задач по изученной теме:

- Какая связь существует между электрическим током и магнитным полем?
- Как располагаются железные опилки в магнитном поле прямого тока? Почему?
- Как на опыте показать, что направление магнитных линий связано с направлением тока?
- Каким образом можно узнать, есть ли ток в проводе, не пользуясь амперметром?
- Турист нашел в лесу стальное полотно ножовки. Как он может определить, намагничено ли это полотно, если у него нет с собой предметов из магнитных материалов?

Домашнее задание

1. § 56, 57 учебника; вопросы к параграфам.
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1459, 1462, 1463, 1464.

Урок 55. Лабораторная работа № 8 «Сборка электромагнита и исследование его действия»

Цель: ознакомить учащихся с устройством электромагнитов и их применением.

Оборудование для лабораторной работы: источник питания, реостат, ключ, соединительные провода, компас, детали для сборки электромагнита.

Демонстрации: устройство и принцип действия электромагнита; использование электромагнитов в электрическом звонке, электромагнитном реле, телеграфе.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

В начале урока можно провести краткий фронтальный опрос:

- Какие магнитные явления вам известны?
- Какая связь существует между электрическим током и магнитным полем?
- На какие частицы или тела действует электрическое поле?
- Отклонится ли магнитная стрелка, если ее разместить вблизи пучка движущихся частиц: а) электронов; б) атомов; в) положительных ионов?
- Что называют магнитной линией магнитного поля?
- На полу лаборатории под слоем линолеума проложен прямой изолированный провод. Как определить местонахождение провода и направления тока в нем, не вскрывая линолеума?

Далее можно разобрать вопросы, возникшие при решении домашних задач.

II. Устройство и принцип работы электромагнита

Катушка, по которой течет электрический ток, является ***магнитом*** и имеет два полюса – северный и южный. При увеличении силы тока магнитное поле катушки усиливается.

Усилить магнитное поле катушки можно и другим способом: достаточно ввести внутрь катушки железный сердечник. Сообщив, что такую катушку можно назвать ***электромагнитом***, учитель объясняет учащимся, что электромагнит – одна из основных деталей многих технических приборов: звонок, телеграф, телефон, микрофон, электромагнитное реле и др.

III. Лабораторная работа

После краткого знакомства с электромагнитами и их применениями переходят к выполнению лабораторной работы № 9. Работа выполняется согласно инструкции учебника.

В ходе выполнения лабораторной работы необходимо обратить внимание учащихся на то, как, зная направление тока в витках катушки, определить полюсы катушки (электромагнита): ***если мысленно «обхватить» правой рукой катушку с током, расположив четыре пальца по направлению тока, то отогнутый большой палец укажет северный полюс катушки (направление линий магнитного поля внутри катушки).***

В заключение урока можно предложить учащимся выполнить творческие задания или показать действующие модели телеграфа, различные варианты моделей электромагнитного реле.

Домашнее задание

1. § 58 учебника; вопросы к параграфу.
2. Выполнить упражнение 28 (с. 136).

Урок 56. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли

Цели: ознакомить учащихся со свойствами постоянных магнитов; добиться понимания реального и объективного существования магнитного поля; пояснить происхождение магнитного поля Земли.

Демонстрации: взаимодействие постоянных магнитов; спектры магнитных полей постоянных магнитов; магнитное поле Земли; устройство и действие компаса.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10–15 минут урока целесообразно посвятить проверке качества усвоения материала по теме «Магнитное поле тока». Для письменной проверочной работы можно предложить следующие варианты разноуровневых заданий:

Уровень 1

1. Каким способом можно узнать, есть ли ток в проводе, не пользуясь амперметром?
2. Каким образом можно обнаружить наличие в пространстве магнитного поля?

Уровень 2

1. У зажимов аккумулятора не оказалось пометок о том, какой из них «плюсовой» и какой – «минусовой». Можно ли узнать это, имея компас?
2. Изготовляя самодельный электромагнит, можно ли неизолированный провод наматывать на железный сердечник?

Уровень 3

1. Какое направление имеет ток в проводнике, направление силовых линий магнитного поля которого указано стрелками (рис. 31)?
2. По направлению магнитных силовых линий, изображенных на рисунке 32, определите направление кругового тока в кольце.

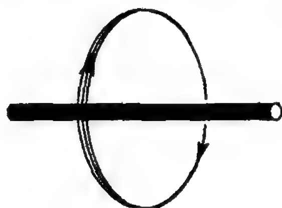


Рис. 31

Уровень 4

1. Как объяснить наличие магнитного поля вокруг постоянного магнита на основе молекулярной теории строения вещества?
2. Какой полюс магнитной стрелки будет отталкиваться от правого конца катушки с током (рис. 33)?
3. Как намотать провод на полый керамический цилиндр, чтобы при пропускании тока по проводу внутри цилиндра не возникало магнитного поля?

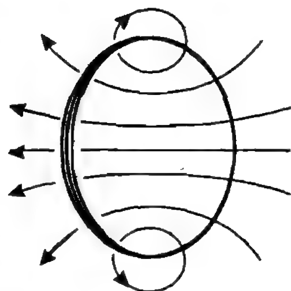


Рис. 32

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Постоянные магниты и их свойства.
2. Происхождение магнитного поля постоянных магнитов.
3. Магнитное поле Земли.

1. Экспериментальная презентация свойств магнитного поля электрического тока является исходной в методике данного урока. Для опыта можно взять стальной стержень (ножовочное полотно, напильник) и намотать на него 20–30 витков изолированного провода. Пропустив по обмотке постоянный электрический ток и,

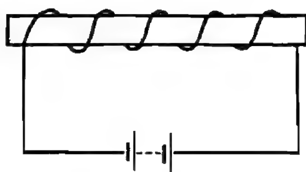


Рис. 33

вынув стержень, обнаруживаем его магнитные свойства. Аналогичные опыты можно проделать с алюминиевым, медным, стеклянным и другими стержнями. Исследуя их, выясняем, что они не стали магнитами. Можно намагнитить стальные опилки, насыпанные в пробирку. Пробирка ведет себя как магнит. После встряхивания опилок ее магнитные свойства почти исчезают.

Намагничивание можно провести и в магнитном поле Земли.

Тела, длительное время сохраняющие намагниченность, называют ***постоянными магнитами*** или просто магнитами.

2. Происхождение магнитного поля постоянных магнитов. Французский ученый Ампер объяснял намагниченность железа и стали существованием электрнческих токов, которые циркулируют внутри каждой молекулы этих веществ. «Элементарные токи» в веществе циркулируют потому, что в каждом атоме обращаются вокруг ядра электроны (с огромной частотой). Они-то и образуют так называемые орбитальные токи и связанные с ними магнитные поля.

Далее учащимся демонстрируется опыт, доказывающий, что магнитное поле постоянного магннта, как и поле проводника с током, пронизывает различные тела. Можно поместить магнит в аквариум с водой, а также в безвоздушное пространство под колокол воздушного насоса и продемонстрировать распространение магнитного поля в пустоте и в воде. Полезно сообщить учащимся, что космические корабли обнаружили магнитное поле Земли на больших расстояниях от нее, в безвоздушном пространстве.

После этого учитель демонстрирует взаимодействие магнитов, используя подвешенный на нити магнит или демонстрационную магнитную стрелку на острие, к которой приближают полосовой магнит.

Изученне свойств магнитного поля завершается наблюдением магнитных спектров. Сначала магнитный спектр можно продемонстрировать с помощью магнитных стрелок, затем – используя железные опилки.

При изучении магнитных спектров постоянных магнитов различной формы (прямого, дугового) нужно сопоставить их со спектрами магнитного поля соленоида с током и электромагнита с дугообразным сердечником.

Из сопоставления магнитных спектров можно установить, что магнитные поля постоянных магнитов похожи на поля электромагнитов. Такое сходство не случайно. Магнитное поле обусловлено движеиием электрических зарядов или токами (гипотеза Ампера).

Те места магнита, где обнаруживаются наиболее сильные магнитные действия, называют ***полюсами*** магнитов. У каждого магнита обязательно есть два полюса: *северный* (N) и *южный* (S).

3. Магнитное поле Земли. На основании опытов по намагничиванию тел в магнитном поле Земли, а также из наблюдений за ориентацией магнитной стрелки в направлении север–юг, можно сделать вывод о наличии магнитного поля Земли, и показать на глобусе ее магнитные полюсы. Необходимо заметить, что магнитные полюсы Земли не совпадают с ее географическими полюсами. Поэтому магнитная стрелка компаса лишь приблизительно показывает направление на север.

Иногда возникают магнитные бури – кратковременные изменения магнитного поля Земли. Наблюдения показывают, что появление магнитных бурь связано с солнечной активностью.

Далее можно рассказать о практическом применении постоянных магнитов.

III. Закрепление изученного

Если в конце урока остается время, можно с целью закрепления материала обсудить ряд качественных вопросов по изученной теме:

- Как можно объяснить намагничивание железа?
- Как взаимодействуют между собой полюсы магнитов?
- Как с помощью магнитной стрелки можно определить полюсы у намагниченного стального стержня?
- Чем объяснить, что магнитная стрелка устанавливается в данном месте Земли в определенном направлении?
- Можно ли разрезать магнит так, чтобы один из полученных магнитов имел только северный полюс, а другой – только южный?

Задача

Северный полюс магнита подносят к положительно заряженному пластмассовому шарику, висящему на нити. Что будет наблюдаться – притяжение или отталкивание? Как изменится ответ, если шарик заряжен отрицательно?

Решение: В обоих случаях будет наблюдаться притяжение, обусловленное разделением заряженных частиц в нейтральном теле (магните) под действием электрического поля. Замена положительного заряда шарика на отрицательный и (или) северного магнитного полюса на южный никак не повлияет на результат: магнитное поле вообще не действует на неподвижные заряженные частицы или тела.

Домашнее задание

§ 59, 60 учебника; вопросы к параграфам.

Дополнительный материал

Магнитные поля в Солнечной системе

Весьма важную роль во Вселенной, в том числе и в Солнечной системе, играют электромагнитные процессы. Чтобы их описать, рассмотрим вопрос о механизме возникновения магнитных полей вокруг небесных тел.

Нам уже известно, что магнитное поле существует вокруг электрических зарядов, движущихся упорядоченно, то есть магнитное поле существует вокруг токов. Но в обычных условиях в проводниках токи могут поддерживаться только за счет действия источников тока – генераторов, аккумуляторов и др. Причина этого явления заключается в том, что движущиеся в проводнике электроны тормозятся при взаимодействии с ионной решеткой, и за счет этого энергия электрического тока превращается во внутреннюю энергию проводника и выделяется в форме тепла.

Совершенно иначе обстоит дело в космической плазме. Вследствие высокой степени разрежения здесь расстояния между движущимися частицами очень велики и соударения между ними происходят крайне редко. В результате циркуляция электрических зарядов в космической плазме (то есть электрические токи), возникая по какой-либо причине, может продолжаться очень долго. Итак, токи в плазме практически не затухают длительное время. Следовательно, столько же времени вокруг

этих циркулирующих зарядов будут существовать магнитные поля. Образно говорят, что «магнитные поля вморожены в плазму».

За счет циркуляции плазмы на Солнце создаются сильные магнитные поля, играющие важную роль во всех процессах солнечной активности.

Для магнитного поля Солнца характерна значительная неоднородность, которая отмечается всюду, как внутри пятен, так и вне их. Две самые характерные особенности солнечных пятен, несомненно, связаны между собой; это более низкая температура по сравнению с остальной фотосферой и сильное магнитное поле.

Вспышки также, несомненно, связаны с магнитными полями, структура которых после вспышки часто меняется; обычно поле ослабляется. Расчеты показывают, что исчезновения магнитного поля, наблюдаемого в районе пятен, достаточно, чтобы компенсировать выделяющуюся при вспышке энергию. Сила тока в области вспышки может достигать нескольких миллиардов ампер, а напряжение – порядка миллиарда вольт. Плазма в районе вспышки разогревается до температуры около 10 млн градусов. По скорости протекания вспышка подобна взрыву.

Возникающие при этом выбросы газа достигают скоростей порядка 1000–1500 км/с и уносят с собой примерно половину энергии вспышки. Одновременно с этим значительную энергию получают ускоряющиеся при вспышке электроны, протоны (ядра водорода) и альфа-частицы (ядра гелия). Преодолев за счет большой скорости притяжение Солнца, эти частицы рассеиваются в космическом пространстве, продолжая двигаться со значительными скоростями. Этот поток частиц и представляет собой солнечный ветер.

Земля обладает значительным магнитным полем. Это поле можно представить как сумму двух полей. Одно из них – это основная (постоянная) составляющая, которая не меняется заметно со временем; второе – это переменная составляющая (менее 1%), зависящая от процессов в околоземной плазме, в основном от явлений на Солнце.

Существуют еще местные магнитные поля, возникающие за счет наличия в земной коре залежей ферромагнитных руд, в основном магнитного железняка. Эти местные поля называются магнитными аномалиями. Одна из них – Курская магнитная аномалия – в настоящее время интенсивно разрабатывается.

У всех планет земной группы (кроме самой Земли), а также у спутников планет, в том числе и у Луны, практически нет магнитных полей.

Урок 57. Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель постоянного тока

Цели: ознакомить учащихся с действием магнитного поля на проводник с током, с проявлением действия силы Ампера; объяснить учащимся устройство и принцип действия электродвигателя постоянного тока.

Демонстрации: движение проводника и рамки с током в магнитном поле; устройство и принцип действия электродвигателя постоянного тока.

Ход урока

I. Проверка знаний

Первые 10 минут урока целесообразно посвятить проверке качества усвоения материала по теме «Постоянные магниты». Для письменной проверочной работы можно предложить следующие варианты разноуровневых заданий:

Уровень 1

1. Как взаимодействуют разноименные и одноименные полюсы магнитов?
2. Можно ли разрезать магнит так, чтобы один из полученных магнитов имел только северный полюс, а другой – только южный?

Уровень 2

1. Почему корпус компаса делают из меди, алюминия, пластмассы и других материалов, но не из железа?
2. Почему стальные полосы и рельсы, лежащие на складах, через некоторое время оказываются намагниченными?

Уровень 3

1. К южному полюсу магнита притянулись две булавки (рис. 34). Почему их свободные концы отталкиваются?
2. Нарисуйте магнитное поле подковообразного магнита и укажите направление силовых линий.



Рис. 34

Уровень 4

1. Полосовой магнит разделили на две равные части и получили два магнита. Будут ли эти магниты оказывать такое же действие, как и целый магнит, из которого они изготовлены?
2. Стальной, хорошо отполированный шар имеет идеально круглую форму. Можно ли намагнитить этот шар?

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Действие магнитного поля на проводник с током.
> 2. Сила Ампера. Правило левой руки.
> 3. Рамка с током в магнитном поле.
> 4. Устройство электродвигателя постоянного тока.
> 5. Применение электродвигателей.

1. Важнейшее проявление магнитного поля – это действие его на движущиеся заряды. Для демонстрации этого явления собираем установку из дугообразного постоянного магнита и длинного гибкого провода, присоединенного последовательно с реостатом к аккумулятору (см. рис. 113 на с. 143 учебника). Горизонтальный участок провода располагают в магнитном поле магнита.

При замыкании цепи наблюдается отклонение провода, при размыкании – возвращение его к положению равновесия. Делается вывод: ***магнитное поле действует с некоторой силой на провод с током***.

При изменении направления электрического тока в проводнике изменяется и направление движения проводника, а значит и действующей на него силы.

2. Сила Ампера. Направление действующей на проводник с током силы в магнитном поле (силы Ампера) можно определить, пользуясь правилом левой руки: ***руку располагают так, чтобы ладонь была обращена к северному полюсу магнита, а четыре пальца показывали направление то-***

ка в проводнике, тогда отставленный на 90° большой палец укажет направление действующей на проводник силы.

Сила Ампера тем больше, чем сильнее магнитное поле магнита, чем больше сила тока в проводнике, а также зависит от длины проводника и его расположения в магнитном поле.

3. В практике часто используют действие магнитного поля на рамку с током (рис. 115 на с. 144 учебника). Поворот рамки учитель объясняет, применяя правило левой руки к каждому вертикальному участку рамки. При изменении направления тока в рамке она будет поворачиваться в обратном направлении. То же самое мы наблюдаем, поменяв местами полюсы магнита.

Пользуясь правилом левой руки, мы уже выяснили, что магнитное поле, действуя на вертикальные стороны рамки, вынуждает ее поворачиваться так, что ее плоскость располагается перпендикулярно силовым линиям поля. При этом по инерции рамка каждый раз проходит несколько дальше положения равновесия. Если в момент прохождения рамкой положения равновесия каждый раз изменять направление тока в ней, то она будет непрерывно вращаться.

Наблюдая опыт, учащиеся должны отчетливо представлять, что вращение рамки происходит в результате действия магнитного поля на проводники с током, и что в этом процессе происходит превращение электрической энергии в механическую. На рассмотренном явлении основано устройство ***электродвигателей***.

4. В электродвигателях обмотка состоит из большого числа витков проволоки. Магнитное поле, в котором вращается якорь такого двигателя, создается сильным электромагнитом. Электромагнит питается током от того же источника, что и обмотка якоря.

Двигатели постоянного тока нашли особенно широкое применение в транспорте (электровозы, трамваи, троллейбусы).

Полезно будет рассказать о первом электродвигателе и его изобретателе – русском ученом Б. С. Якоби.

III. Закрепление изученного

С целью закреплеиия материала в конце урока можно обсудить решения следующих качественных задач:

1. В троллейбусах установлены электродвигатели постоянного тока. Притягиваются или отталкиваются провода троллейбусной линии?

2. Два параллельных проводника, по которым текут токи в одном направлении, притягиваются. Почему же два параллельных электронных пучка отталкиваются? Можно ли поставить опыт так, чтобы параллельные проводники, по которым текут токи в одном направлении, тоже отталкивались?

Решение: Проводники, по которым текут токи, обычно электрически нейтральны, и поэтому взаимодействие между ними – только магннтное. Между электронными пучками тоже действует магнитное притяжение, но гораздо более сильным оказывается электрическое отталкивание одноименно заряженных частиц. Это отталкивание приводит также к расширению пучков. Параллельные проводники, по которым текут токи в одном

направлении, тоже будут отталкиваться, если им сообщить достаточно большие одноименные заряды.

3. Какие преобразования энергии происходят в электродвигателе постоянного тока?

4. Изменится ли направление вращения якоря, если изменится направление тока: а) в обмотке якоря электродвигателя; б) в обмотке электромагнитов; в) одновременно в обмотках якоря и электромагнита?

Домашнее задание

§ 61 учебника; вопросы и задания к параграфу.

Урок 58. Контрольная работа № 4 «Работа и мощность электрического тока». «Электромагнитные явления»

Цель: контроль и оценивание знаний, умений и навыков учащихся по изученным темам.

Уровень 1

Вариант I

1. Какими приборами можно измерить мощность электрического тока на участке цепи?
2. В чем опасность короткого замыкания в цепи?
3. Как взаимодействуют разноименные и одноименные полюсы магнитов?

Вариант II

1. Приведите примеры использования теплового действия тока в быту.
2. Почему значительное увеличение силы тока в электрических цепях опасно?
3. Как вынуть стальную булавку из стеклянной бутылки, не опрокидывая ее и не опуская внутрь каких-либо предметов?

Уровень 2

Вариант I

1. Какие преобразования энергии происходят в электродвигателе постоянного тока?
2. Изменяется ли внутренняя энергия проводника, по которому протекает электрический ток?
3. Какую работу совершил в проводнике электрический ток, если заряд, прошедший по цепи, равен 1,5 Кл; а напряжение на концах этого проводника равно 6 В? (*Ответ:* 9 Дж.)

Вариант II

1. Опишите один из опытов, свидетельствующих о том, что магнитное поле связано с движущимися зарядами.
2. Объясните, почему провода, подводящие ток к электрической лампочке, практически не нагреваются, в то время как нить накала лампочки раскаляется добела.

3. Сила тока в электрической лампе, рассчитанной на напряжение 110 В, равна 0,5 А. Какова мощность тока в этой лампе? (*Ответ:* 55 Вт.)

Уровень 3

Вариант I

1. Две электрические лампочки рассчитаны на одинаковое напряжение, но имеют различную мощность. По спирали какой из них течет больший ток?
2. Определите направление тока в проводнике, сечение которого и магнитное поле показаны на рис. 35.
3. Два проводника соединены параллельно. В первом за 1 мин выделились 3,6 кДж теплоты, а во втором за то же время – 1,2 кДж. Вычислите сопротивление второго проводника, если сопротивление первого равно 2 Ом. (*Ответ:* 6 Ом.)

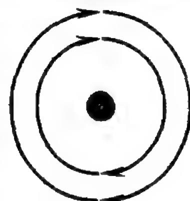


Рис. 35

Вариант II

1. Почему каждая из двух одинаковых электрических лампочек, включенных последовательно в цепь, горит менее ярко, чем одна лампочка, включенная в сеть с тем же напряжением?
2. Определите направление тока в проводнике, находящемся в магнитном поле (рис. 36). Стрелка указывает направление движения проводника.
3. Из какого материала изготовлена спираль нагревательного элемента, мощность которого 480 Вт, если его длина равна 16 м, сечение 0,24 мм^2 и напряжение сети 120 В? (*Ответ:* 0,45 Ом·мм^2/м.)

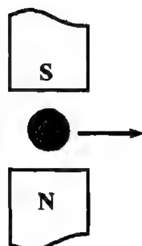


Рис. 36

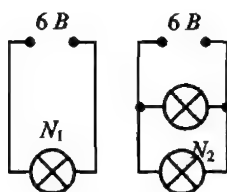


Рис. 37

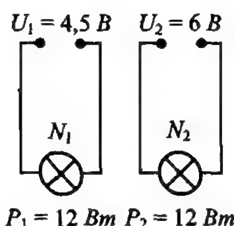


Рис. 38

Уровень 4

Вариант I

1. К середине стальной полосы поднесли магнитную стрелку. Стрелка притянулась к полосе. Можно ли утверждать, что стальная полоса намагничена?
2. В какой из ламп (N_1 или N_2), включенных так, как показано на рис. 37, мощность электрического тока больше? Во сколько раз?

3. Сколько времени потребуется для нагревания 2 кг воды от 20° С до 100° С в электрическом чайнике мощностью 600 Вт, если его КПД 80%? (*Ответ:* 23 мин 20 с.)

Вариант II

1. Почему направление магнитной стрелки не совпадает с направлением географического меридиана Земли?
2. В какой из ламп (N_1 или N_2), включенных так, как показано на рис. 38, сила тока больше? Какая из них имеет большее сопротивление?
3. Электрический кипятильник за 11 мин 12 с нагревает 2 кг воды от 20° С до кипения. Определите сопротивление нагревательного элемента кипятильника, по которому протекает ток силой 5 А, если считать, что вся выделившаяся в нем теплота пошла на нагревание воды. (*Ответ:* 40 Ом.)

Глава V
Световые явления

Урок 59. Источники света. Прямолинейное распространение света

Цели: ознакомить учащихся с естественными и искусственными источниками света; разъяснить закон прямолинейного распространения света; объяснить природу солнечных и лунных затмений.

Демонстрации: излучение света различными источниками; прямолинейное распространение света; получение тени и полутени.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

Перед началом изучения новой темы необходимо проанализировать результаты контрольной работы, ответить на возникшие по работе вопросы, разобрать наиболее часто допускаемые ошибки.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Свет как видимое излучение.
2. Естественные и искусственные источники света.
3. Пучок и луч.
4. Закон прямолинейного распространения света.
5. Тень и полутень.

В краткой вступительной беседе учитель должен рассказать учащимся о значении света в познании человеком окружающего мира. Благодаря органу зрения человек видит окружающий мир, осуществляет связь с окружающей средой, может работать и отдыхать. От того, как освещаются предметы, зависит продуктивность труда. Без достаточного освещения растения не могут нормально развиваться. Знание закономерностей световых явлений позволяет конструировать различные оптические приборы, которые находят широкое применение в практической деятельности человека.

Лучшая иллюстрация значению световых явлений в жизни человека – «минутный» эксперимент: предложите учащимся на одну минутку закрыть глаза и представить себе «жизнь во тьме»!!!

1. Что же такое свет? Все тела состоят из атомов (или молекул). Но как в гитарной струне нет звука, так в атоме нет света. Состояние атома, когда его энергия минимальна, называют нормальным (или невозбужденным). В таком состоянии атом не излучает энергии. Всякое другое состояние атома с энергией, отличной от минимальной, называют ***возбужденным***. В возбужденном состоянии атом может находиться в течение 10^{-8} с. Переход атома из возбужденного состояния в нормальное сопровождается излучением электромагнитных волн.

Таким образом:

Свет – это электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом по зрительному ощущению.

Учитель задает вопрос:

– Чем отличается излучение утюга или кипятильника от излучения электрической лампы накаливания?

2. ***Источником света*** называют тела, способные излучать свет. Всякое светящееся тело состоит из огромного числа «элементарных» излучателей. Таким образом, оптическое излучение источников света представляет собой набор излучений отдельных атомов и молекул.

Демонстрируя учащимся различные источники света (горящую спичку, свечку, светящуюся лампочку), учитель сообщает, что существуют ***естественные*** и ***искусственные*** источники света.

Естественные источники света – это Солнце, звезды, атмосферные заряды, а также светящиеся объекты животного и растительного мира (светлячки, гнилушки и пр.)

Искусственные источники света, в зависимости от того, какой процесс лежит в основе получения излучения, разделяют на ***тепловые*** и ***люминесцирующие***.

– Приведите примеры естественных и искусственных источников света.

3. Поскольку свет – электромагнитное излучение и ему присущи все свойства электромагнитных волн, то все задачи оптики можно решить на основе волновых представлений. Однако это требует применения весьма громоздкого математического аппарата. Однако при решении задач на построение изображений в зеркалах и линзах и при расчете оптических приборов ученые пользуются геометрическими методами. Эти методы составляют содержание ***геометрической оптики***, которую иначе называют ***лучевой оптикой***.

Основными понятиями геометрической оптики являются пучок и луч. Причем эти понятия нельзя отождествлять. Пучок света можно наблюдать, а луч только чертить на бумаге:

– цилиндрические или конические каналы, внутри которых распространяется свет, называются ***световыми пучками***;
– ***лучом*** называется геометрическая линия, указывающая на направление переноса световой энергии.

Теперь очевидны различия данных физических понятий с такими их образно-литературными «аналогами», как «лучи Солнца», «луч света упал на стол», «Катерина – луч света в темном царстве» и так далее.

Не существует бесконечно узких световых пучков; пучок света всегда имеет конечную ширину. Луч – это как бы ось пучка, а не сам пучок.

4. Геометрическая оптика базируется на трех законах:

а) закон прямолинейного распространения света;
б) закон отражения света;
в) закон преломления света.

Свет в однородной среде распространяется прямолинейно – так формулируется закон прямолинейного распространения света.

– Какие примеры вы можете привести для подтверждения прямолинейного распространения света?

Оптически однородной считается такая среда, в которой свет распространяется с постоянной скоростью. Если имеются две среды, в которых свет распространяется с различными скоростями, то среду, где свет распространяется с меньшей скоростью, называют ***оптически более плотной***, а среду, где свет распространяется с большей скоростью – ***оптически менее плотной***.

5. Тень и полутень. Прямолинейность распространения света подтверждается образованием ***тени***. Если взять небольшой источник света, экран и между ними поместить непрозрачный предмет, то на экране появится темное изображение его очертаний – тень.

Тень – область пространства, в которую не попадает световая энергия от источника света.

– Почему образование тени служит доказательством прямолинейности распространения света?

В опыте мы не учитывали размеры источника света. Источник света, размеры которого малы по сравнению с расстоянием до экрана, называют ***точечным источником света***. Если же мы возьмем больший источник света, то на экране вокруг тени образуется еще и полутень.

Полутень – область пространства, в которую световая энергия от источника света попадает частично.

Образованием тени и полутени объясняются солнечные и лунные затмения. При солнечном затмении полная тень от Луны падает на Землю. Из этого места Земли Солнца не видно. Когда Луна, вращаясь вокруг Земли, попадает в ее тень, то наблюдается лунное затмение.

В заключение урока можно рассказать о практическом использовании закона прямолинейного распространения света (строительство, прокладка дорог, определение высоты предметов и так далее).

III. Закрепление изученного

Если в конце урока остается время, то с целью закрепления изученного материала можно разобрать решения нескольких простых задач:

1. Как проверить, что три далеко расположенных друг от друга столба стоят вдоль одной прямой? На чем основан предложенный вами способ?

2. Как просто и надежно проверить прямолинейность линейки? Начерченной на бумаге линии?

3. На горизонтальной площадке стоят два вертикальных столба. Высота первого столба 2 м, длина его тени 1 м. Какова высота второго столба, если длина его тени равна 70 см? Источником света является солнце.

Если учащиеся хорошо подготовлены и могут решать сложные задачи, то можно разобрать решение следующих задач:

Задача 1

Шар освещен двумя лампами, мощности которых 100 Вт и 25 Вт. На рис. 39 показаны тени, отбрасываемые шаром. Какая лампа расположена ближе к шару? Из каких точек (A, B, C, D) можно увидеть 100-ваттную лампу?

Решение: Очевидно, в точку D попадает свет от обеих ламп, а в точку A свет от обеих ламп не попадает. В точки B и C попадает свет только от одной из ламп. Судя по размерам «теневых» кругов, в точку B попадает свет от более далекой лампы, а в точку C – от более близкой. Поскольку, несмотря на это, точка B освещена сильнее, чем точка C, более далекая лампа ярче. Свет от нее попадает в точки B и D. Следовательно, ближе к шару расположена лампа мощностью 25 Вт, 100-ваттную лампу можно увидеть из точек B и D.

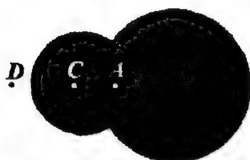


Рис. 39

Задача 2

Вы стоите на берегу реки, а на противоположном берегу находится дерево, высота которого вам известна. Опишите способ, с помощью которого можно измерить ширину реки, если в вашем распоряжении есть линейка с делениями.

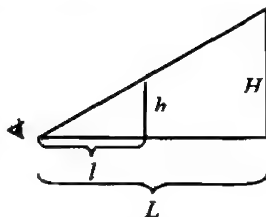


Рис. 40

Решение: С помощью линейки надо измерить длину вытянутой руки (обозначим эту длину l, рис. 40). Затем, держа линейку на вытянутой руке, надо «измерить» видимую «высоту» дерева (обозначим ее h). Тогда ширина реки L находится из пропорции $\frac{L}{H} = \frac{l}{h}$, где H – высота дерева. При расчетах можно пренебречь длиной руки по сравнению с шириной реки.

Домашнее задание

1. § 62 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнение 29 (учебник, с. 151).

Урок 60. Отражение света. Законы отражения света

Цели: ознакомить учащихся с особенностями распространения света на границе раздела двух сред; дать сведения о законах, которым подчиняется это явление.

Демонстрации: отражение света; равенство углов при отражении от зеркальной поверхности.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

Повторение изученного с одновременной проверкой качества усвоения материала учащимися можно провести в ходе фронтального опроса (в зависимости от уровня подготовки класса учитель выбирает необходимые вопросы и задачи):

- В чем состоит суть закона прямолинейного распространения света?
- Приведите примеры: а) естественных; б) искусственных источников света.
- Как доказать, что свет в однородной среде распространяется прямолинейно?
- При каких условиях от предмета получается лишь полутень?
- Что больше – размеры самолета или его полной тени, когда он летит горизонтально в полдень над экватором?
- Что длится дольше – полное затмение Солнца или полное затмение Луны?
- Как нужно держать карандаш над столом, чтобы получить резко очерченную тень, если источником света служит закрепленная у потолка лампа дневного света, имеющая форму длинной трубки?
- Почему тень ног на земле резко очерчена, а тень головы более расплывчата? При каких условиях тень всюду будет одинаково отчетлива?
- В солнечный день высота тени от отвесно поставленной метровой линейки равна 50 см, а от дерева – 6 м. Какова высота дерева?
- Человек проходит в стороне от висящего на некоторой высоте фонаря. Будет ли тень от его головы двигаться с постоянной скоростью, если человек идет прямолинейно и равномерно?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Явления на границе раздела двух сред.
2. Явление отражения света.
3. Законы отражения света.

1. Объяснение нового материала необходимо начать с демонстрации явлений, происходящих на границе раздела двух сред, например, воздух–стекло. Учитель обращает внимание учеников на то, что при падении пучка света на границу раздела двух сред пучок раздваивается: одна его часть возвращается в первую среду (и это явление называется ***отражением света***), а другая – проникает во вторую среду, изменив свое направление (это явление называется ***преломлением света***).

Каждый пучок на рис. 41 представлен центральным лучом:

S – падающий луч;

S_1 – отраженный луч;

S_2 – преломленный луч;

α – угол падения;

β – угол отражения;

γ – угол преломления.

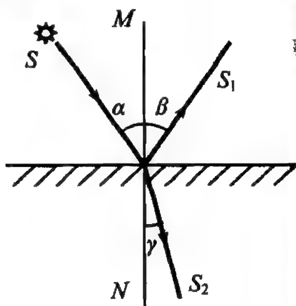


Рис. 41

2. Далее на уроке рассматривается только отражение света. Различают ***диффузное*** и ***зеркальное*** отражение. Диффузно отражают шероховатые (матовые) поверхности, при этом отраженные лучи распространяются во все стороны более или менее равномерно (каждая точка поверхности отражает свет только в «своем» направлении). Зеркально свет отражается от полированных поверхностей (свет отражается в строго определенном направлении). Для человека важны оба вида отражения. В самом деле, трудно представить себе жизнь без зеркал. Однако представьте себе зеркальный экран в кинотеатре. Все ли зрители одинаково хорошо видят изображение на нем?

– Приведите примеры диффузного и зеркального отражений.

3. Законы отражения света. На основании экспериментов можно сделать выводы:

а) луч падающий и луч отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к отражающей поверхности в точке падения;

б) угол падения равен углу отражения.

Падающий и отраженный лучи могут меняться местами. Это свойство лучей называется ***обратимостью*** световых лучей.

Если точечный объект и его изображение поменять местами, то лучевая картина отражения не изменится; изменится при этом лишь направление лучей.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно рассмотреть решения ряда задач по изученной теме:

– Чему равен угол падения лучей на плоское зеркало, если угол между лучом и зеркалом равен 30°?
– Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и отраженным равен 40°?
– На плоское зеркало падают два луча, угол между которыми 10°. Каким будет угол между отраженными лучами?
– Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения в 4 раза больше, чем угол между падающим лучом и зеркалом. Чему равен угол отражения?
– Солнечные лучи падают под углом 60° к горизонту. Как нужно расположить плоское зеркало, чтобы отраженные лучи осветили дно глубокого колодца? Сделайте схематический рисунок, поясняющий ваше решение.

Домашнее задание

1. § 63 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнение 30 (учебник, с. 154).

Урок 61. Изображение в плоском зеркале

Цели: раскрыть учащимся особенности зеркального и диффузного отражения света; научить применять законы отражения для построения изображения в плоском зеркале.

Демонстрации: зеркальное и диффузное отражение света; изображение в плоском зеркале.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

Первые 10 минут урока целесообразно посвятить проверке качества усвоения материала. С этой целью можно провести письменную проверочную работу по карточкам с разноуровневыми заданиями. Можно провести и комбинированную проверку – часть учеников работает по индивидуальным карточкам в то время как учитель проводит фронтальный опрос-беседу с остальными учащимися.

Для карточек можно предложить следующие разноуровневые задания:

Уровень 1

1. Покажите на чертеже углы падения и отражения света. Сформулируйте закон отражения света.
2. Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и отраженным равен 60°?

Уровень 2

1. При каком угле падения угол между падающим лучом и отраженным равен 60°?
2. Угол между падающим лучом и плоским зеркалом равен углу между падающим лучом и отраженным. Чему равен угол падения?

Уровень 3

1. Почему окна домов днем всегда кажутся более темными, чем стены дома, даже если стены окрашены в темный цвет?
2. Угол падения луча на плоское зеркало увеличили от 30° до 45°. Как изменится угол между падающим и отраженным лучом?
3. Справедлив ли закон отражения света в случае падения света на лист бумаги?

Уровень 4

1. В утренние и предвечерние часы отражение Солнца в спокойной воде ослепительно яркое, а в полдень его можно рассмотреть, не жмурясь. Объясните это явление.

2. Требуется осветить дно колодца, направив на него солнечные лучи. Как надо расположить плоское зеркало, если лучи Солнца падают к земной поверхности под углом 60°?
3. Юный рыбак, сидя на берегу озера, видит на гладкой поверхности воды изображение утреннего Солнца. Куда переместится это изображение, если он будет наблюдать его стоя?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Плоское зеркало.
2. Изображение предмета в плоском зеркале.
3. Нахождение области видения предмета в плоском зеркале.

1. Зеркально отражающую поверхность называют ***плоским зеркалом***, если падающий на нее пучок параллельных лучей после отражения остается параллельным.

Все зеркала можно отнести к приборам, которые изменяют направление распространения или конфигурацию светового пучка (рекомендуется обратить внимание учащихся на тот факт, что падающий пучок света имеет вершину – светящуюся точку, из которой исходят лучи света, а отраженный пучок такой вершины не имеет).

2. Точки, в которых пересекаются световые лучи (или их продолжения), исходящие из точечного источника света, называются ***изображениями*** этого источника света.

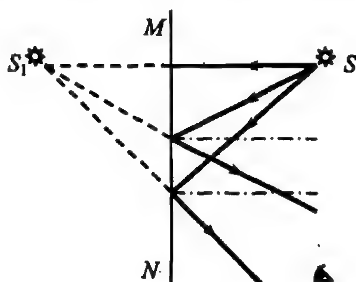


Рис. 42

Изображение S_1 – ***мнимое*** изображение (рис. 42). Термин «мнимое» выражает тот факт, что там, где мы видим это изображение, пучки света на самом деле не сходятся, и лишь свойство нашего глаза собирать на сетчатке расходящиеся пучки света дает ощущение видимости «мнимой» светящейся точки. Световая энергия в эту точку не поступает.

Легко доказать, что точки S и S_1 симметричны.

Следует подчеркнуть, что:

В плоском зеркале изображение предмета – мнимое, прямое, равное по размеру предмету – находится на таком же расстоянии от зеркала за ним, как и сам предмет перед зеркалом.

При этом «правое» преобразуется в «левое» и наоборот, а «верх» и «низ» не меняются местами.

3. В заключение урока необходимо научить ребят строить изображение точки и предмета в плоском зеркале и находить область видения предмета в плоском зеркале.

III. Решение задач

С целью закрепления изученного материала оставшуюся часть урока желательно посвятить решению задач. Некоторые задачи могут быть разобраны у доски, другие – даны для самостоятельного решения.

Задача 1

Человек приближается к зеркалу со скоростью 0,5 м/с. С какой скоростью он приближается к своему изображению?

Задача 2

Существует ли в зеркале ваше изображение, если вы сами не видите себя в зеркале? Если да, то как можно в этом убедиться?

Задача 3

На столе лежит зеркало. Как изменится изображение люстры в этом зеркале, если закрыть половину зеркала? Как изменится область, из которой можно увидеть изображение люстры?

Задача 4

Три точки, расположенные на одной прямой, отражаются в плоском зеркале. Будут ли изображения этих точек расположены на одной прямой.

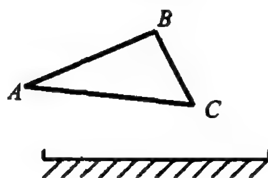


Рис. 43

Задача 5

Постройте изображение треугольника *ABC* в плоском зеркале (рис. 43). Определите графически область видения изображения.

Домашнее задание

1. § 64 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1547, 1549, 1551, 1554.

Урок 62. Преломление света

Цели: углубить и систематизировать знания учащихся об особенностях распространения света на границе раздела двух сред; ознакомить учащихся с законами преломления света.

Демонстрации: преломление света; прохождение света через плоско-параллельную пластинку и призму.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

В начале урока целесообразно провести письменную проверочную работу по теме «Изображение в плоском зеркале». Для карточек можно предложить следующие разноуровневые задания:

Уровень 1

1. Какие (печатные) буквы алфавита не изменяются при отражении в плоском зеркале?

2. Человек приближается к плоскому зеркалу со скоростью 1 м/с. С какой скоростью нужно удалять зеркало от человека, чтобы расстояние между человеком и его изображением не менялось?

Уровень 2

1. Как изменится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение?
2. Каковы особенности изображения, получаемого с помощью плоского зеркала?

Уровень 3

1. Постройте изображение предмета АВ в плоском зеркале (рис. 44). Определите графически область видения этого предмета в зеркале.
2. Постройте изображение многоугольника в плоском зеркале (рис. 45). Определите графически область видения изображения.

Уровень 4

1. Как следует расположить два плоских зеркала, чтобы светящаяся точка и два ее изображения лежали в вершинах равностороннего треугольника? Задачу решить графически.
2. Постройте изображение предмета (точки) в двух плоских зеркалах, угол между которыми равен 60°. Сколько изображений при этом получается?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Явление преломления света.
2. Законы преломления света.
3. Абсолютный и относительный показатели преломления.

1. Ранее уже говорилось, что при падении пучка света на границу раздела двух сред пучок раздваивается: одна его часть возвращается в первую среду (и это явление называется ***отражением*** света), а другая – проникает во вторую среду, изменив свое направление (это явление называется ***преломлением*** света).

2. Используя демонстрационный эксперимент и чертеж (рис. 46), учитель формулирует законы преломления света:

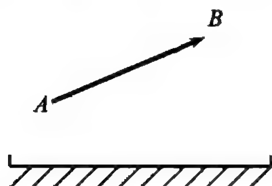


Рис. 44


Рис. 45

а) луч падающий и луч преломленный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восстановленным к границе раздела двух сред в точке падения;

б) отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для данных двух сред есть величина постоянная, зависящая только от оптических свойств этих сред:

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n_{2,1},$$

где $n_{2,1}$ – ***относительный показатель преломления*** второй среды относительно первой.

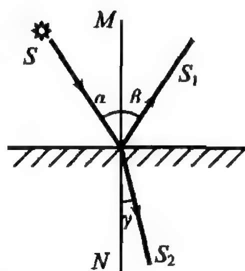


Рис. 46

3. Абсолютный и относительный показатели преломления. Если обозначить скорость распространения света в первой среде v_1, а во второй – v_2, то:

$$n_{1,2} = \frac{v_1}{v_2}.$$

Показатель преломления вещества относительно вакуума называется ***абсолютным показателем преломления***. Следовательно,

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, \qquad n_2 = \frac{c}{v_2}.$$

Откуда:

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1},$$

где n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления первой и второй сред.

Вопросы учащимся:

– От чего зависит абсолютный показатель преломления?
– В каком случае относительный показатель преломления больше единицы? меньше единицы?

Среда, в которой скорость света меньше, называется ***оптически более плотной*** средой. Если $n_2 < n_1$ – вторая среда оптически ***менее плотная***, $\alpha < \gamma$.

Ход лучей при преломлении света также имеет свойство ***обратимости***:

Если точечный объект и его изображение поменять местами, то лучевая картина преломления не изменится; изменится при этом лишь направление лучей.

Интересное явление можно наблюдать при распространении света из среды с большей оптической плотностью в среду с меньшей оптической плотностью. Если постепенно увеличивать угол падения, то при некотором его значении (меньше 90°) угол преломления станет равным 90°. При дальнейшем увеличении угла падения падающий луч уже будет отражаться в ту среду, из которой пришел. Это явление получило название ***полного внутреннего отражения***.

III. Решение задач

Если в конце урока остается время, его желательно посвятить решению задач по изученной теме.

Задача 1

Угол падения луча из воздуха в стекло равен 0°. Чему равен угол преломления?

Задача 2

Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред. Угол падения равен 40°, угол между отраженным лучом и преломленным 110°. Чему равен угол преломления?

Задача 3

Угол падения равен 30°, угол между падающим лучом и преломленным 140°. В какой среде луч распространялся вначале: в оптически более плотной или менее плотной?

Задача 4

На дне аквариума с водой лежит плоское зеркало. На поверхность воды падает луч. Нарисуйте примерный ход луча, если угол падения равен 50°. Под каким углом к поверхности воды луч снова выйдет в воздух?

Задача 5

На горизонтальном дне водоема, имеющего глубину 1,2 м, лежит плоское зеркало. Луч света падает на поверхность воды под углом 30°. На каком расстоянии от места падения этот луч снова выйдет на поверхность воды после отражения от зеркала? Показатель преломления воды 1,33.

Домашнее задание

1. § 65 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Выполнить упражнение 32 (учебник, с. 160–161).

Урок 63. Линзы

Цель: дать знания о линзах, их физических свойствах и характеристиках.

Демонстрации: выпуклые и вогнутые линзы; прохождение света сквозь собирающую линзу; прохождение света сквозь рассеивающую линзу.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

С целью повторения пройденного, а также проверки глубины усвоения знаний учащимися, в начале урока целесообразно провести фронтальный опрос по изученной теме:

- Какое явление называется преломлением света? В чем его суть?
- Какие наблюдения и опыты наводят на мысль об изменении направления распространения света при переходе его в другую среду?

- В каком случае угол преломления луча равен углу падения?
- Какой угол – падения или преломления – будет больше в случае перехода луча света из воздуха в стекло?
- Почему, находясь в лодке, трудно попасть копьем в рыбу, плавающую невдалеке?
- Любой водоем, дно которого хорошо видно, всегда кажется мельче, чем в действительности. Почему?
- Почему изображение предмета в воде всегда менее ярко, чем сам предмет?
- Если посмотреть на окружающие тела через теплый воздух, поднимающийся от костра, то они кажутся «дрожащими». Почему?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Линзы. Два вида линз.
2. Ход пучков света через собирающую линзу.
3. Ход пучков света через рассеивающую линзу.

1. Явление преломления света лежит в основе действия ***линз*** и многих оптических приборов, служащих для управления световыми пучками и получения оптических изображений.

Линза обычно – это оптически прозрачное тело, ограниченное сферическими поверхностями. Существует два вида линз: а) выпуклые и б) вогнутые.

Выпуклые линзы бывают: двояковыпуклыми, плосковыпуклыми, вогнуто-выпуклыми. Вогнутые линзы могут быть: двояковогнутыми, плосковогнутыми, выпукло-вогнутыми.

В школьном курсе физики изучаются так называемые ***тонкие линзы***.

Линза, толщина которой много меньше радиусов кривизны ее поверхностей, называется тонкой линзой.

Линзы, которые преобразуют пучок параллельных лучей в сходящийся и собирают его в одну точку называют ***собирающими*** линзами. Линзы, которые преобразуют пучок параллельных лучей в расходящийся – ***рассеивающими***.

Основные параметры и действие собирающей линзы рекомендуется изучать с помощью двояковыпуклой цилиндрической линзы. Для этого пучок света направляют на двояковыпуклую линзу и наблюдают собирающее действие такой линзы: каждый луч из падающего на линзу пучка света после преломления ею отклоняется от своего первоначального направления, приближаясь к главной оптической оси.

2. Ход пучков света через собирающую линзу. Демонстрируя собирающее действие двояковыпуклой линзы, важно обратить внимание учащихся на то, что указанное отклонение лучей собирающей линзой имеет место всегда при любом угле падения луча на линзу. Это утверждение подтверждается опытом, в котором светящаяся точка перемещается вдоль главной оптической оси по направлению к линзе. Описанные здесь опыты естест-

венным образом подводят учащихся к понятиям ***фокуса*** и ***фокусного расстояния*** линзы.

3. Ход пучков света через рассеивающую линзу. Аналогичным образом рассматривается вопрос о действии и параметрах рассеивающей линзы. На рисунке представлен ход пучка света, преломленного рассеивающей линзой. При этом легко убедиться, что независимо от расположения светящейся точки по отношению к двояковогнутой линзе, последняя всегда формирует только расходящийся пучок света. Нетрудно убедиться также, что угол раствора сформированного вогнутой линзой пучка света всегда оказывается больше угла раствора пучка, падающего на линзу. Именно поэтому рассматриваемая линза и называется рассеивающей.

Основываясь на экспериментальных данных, можно сделать вывод: ***фокус рассеивающей линзы мнимый***.

Вопросы учащимся:

- Почему фокус рассеивающей линзы называется мнимым?
- Чем отличается действительное изображение точки от мнимого?
- По какому признаку можно узнать: собирающая эта линза или рассеивающая, если судить только по форме?

Обобщая результаты приведенных выше опытов, целесообразно обратить внимание учащихся на то, что действие линз различной конфигурации (плосковыпуклая, плосковогнутая, вогнуто-выпуклая и так далее) в конечном счете бывает либо собирающим, либо рассеивающим. Если средняя часть линзы толще, чем ее края, то линза будет собирающей, а если наоборот, то – рассеивающей.

После демонстрации хода лучей через выпуклые и через вогнутые линзы можно графически показать основные параметры линз:

- оптический центр линзы;
- оптические оси линзы и главную оптическую ось линзы;
- главные фокусы линзы (действительные и мнимые) и фокальную плоскость.

III. Закрепление изученного

- Почему выпуклую линзу называют собирающей?
- Почему вогнутую линзу называют рассеивающей?
- Почему в солнечный летний день нельзя поливать цветы в саду?
- Склеив два выпуклых стекла от часов, можно получить воздушную выпуклую линзу. Если такую линзу поместить в воду, то будет ли она собирающей линзой?

Домашнее задание

1. § 66 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сб. задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1583, 1585, 1586, 1589.

Дополнительный материал

Антони ван Левенгук
(1632–1723)

Обычная капелька росы, размером чуть больше миллиметра, – это короткофокусная прозрачная линза с очень гладкой поверхностью и почти сферической формой.

По сути дела, росинка – это аналог первой линзы объектива современного оптического микроскопа. Но экспериментировать с росинками не очень удобно – они легко стекают с листа растения или испаряются. Надежнее проводить наблюдения с искусственными, стеклянными «росинками». Удивительных результатов в этом направлении достиг голландский торговец мануфактурой Антони ван Левенгук (1632–1723), всю жизнь посвятивший изготовлению и совершенствованию однолинзовых микроскопов и наблюдениям с помощью этих чудесных приборов. Основой заготовки каждого объектива Левенгуку служил, видимо, маленький стеклянный шарик, который он выплавлял над пламенем горелки из стеклянной нити. Не случайно Левенгук стал членом Лондонского Королевского общества и одним из самых знаменитых людей своей эпохи.

Для своих микроскопических наблюдений Левенгук обычно пользовался придуманным и сконструированным им самим простым микроскопом, то есть лупой, снабженной механическим устройством для фиксирования и фокусировки объекта.

Единственная более или менее короткофокусная линза этого микроскопа была наглухо закреплена между двумя металлическими пластинками, каждая с точечным круглым отверстием, служившим для прохождения света. При помощи подвижной скобы к пластинкам прикреплялся вертикальный винт (ручка) с небольшим столиком на верхнем конце. Столик нес вращающуюся иглу для фиксирования объекта; горизонтальный винт, проходивший сквозь столик и упиравшийся в пластинку, позволял менять расстояние столика от пластинки и вместе с тем – расстояние объекта от линзы, то есть фокусировать объект.

Приведем отрывок из книги ученого-бактериолога Поля де Крюи «Охотники за микробами», описывающий, как работал Левенгук:

«Замечательно забавно смотреть через линзу и видеть предметы увеличенными во много раз. Что же, покупать для этого линзы? Ну, нет! Не таков был Левенгук. В течение двадцати лет неизвестности он ходил к оптикам и обучался у них искусству обтачивать и шлифовать стекла. Он посещал алхимиков и аптекарей, совал свой нос в их тайные способы выплавлять металлы из руд и понемногу научился обращаться с золотом и серебром. Это был чрезмерно упорный и настойчивый человек; он не довольствовался тем, что его линзы были так же хороши, как у лучших мастеров Голландии, – нет, они должны быть лучше самых лучших! И добившись этого, он все еще сидел и возился с ними много часов подряд. Затем он вставлял эти линзы в небольшие оправы из меди, серебра или золота, которые он сам вытачивал на огне, среди адского дыма и чада.

В наше время исследователь покупает за сравнительно небольшие деньги изящный блестящий микроскоп, поворачивает винт, заглядывает в окуляр и делает свои открытия, мало задумываясь о том, как устроен микроскоп. Но Левенгук сам делал свои инструменты.

Конечно, его соседи думали, что он немного «тронулся», но он упорно продолжал жечь и калечить свои пальцы. Он весь ушел в работу, забывая о семье и друзьях, просиживая целые ночи напролет в своей тихой странной лаборатории. И в то время как добрые соседи над ним исподтишка посмеивались, этот человек научился делать мельчайшие линзы, размером меньше 1/8 дюйма в диаметре, и притом настолько симметричные, настолько точные, что они ему показывали самые мелкие предметы в сказочно огромном и ясном виде».

Де Крюи назвал Левенгука первым охотником за микробами.

Урок 64. Построение изображений, полученных с помощью линз

Цели: сформировать практические умения применять знания о свойствах линз для нахождения изображений графическим методом.

Демонстрации: получение изображений с помощью линз.

Ход урока

I. Повторение. Проверка знаний

С целью повторения пройденного, а также проверки глубины усвоения знаний учащимися, в начале урока целесообразно провести фронтальный опрос по изученной теме:

- Что такое линза? Каковы ее свойства?
- Что называется главной оптической осью линзы?
- Какую точку называют фокусом линзы?
- Что такое фокусное расстояние линзы?
- Как по внешнему виду линз можно узнать, у какой из них короче фокусное расстояние?
- Какая из двух линз, имеющих разные фокусные расстояния, дает большее увеличение?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Экспериментальное наблюдение изображений светящейся точки, даваемой линзой.
2. Построение хода лучей через собирающую и рассеивающую линзы.
3. Условия, при которых возникает то или иное изображение, и свойства каждого из них.
4. Построение изображения предмета.

1. Изучение вопроса о получении изображения светящейся точки предлагаем начать с постановки демонстрационного эксперимента. На экране отчетливо видно, что пучок, сформированный линзой, трансформируется из сходящегося в расходящийся. В месте наибольшего сужения преломленного линзой пучка и обнаруживается изображение светящейся точки.

Далее с учащимися обсуждается вопрос о том, как изменяется положение изображения светящейся точки при ее смещении относительно главной оптической оси. Для этого вначале светящаяся точка перемещается из «бесконечности» вдоль главной оптической оси по направлению к центру линзы и показывается, как при этом изменяется положение изображения, в каких случаях оно будет действительным, а в какнх – мнимым.

Затем демонстрируется, куда смещается изображение, если светящаяся точка располагается выше (ниже) главной оптической оси.

Из описанных опытов следует, что по мере приближения светящейся точки к фокусу линзы расстояние от изображения до линзы увеличивается. Учащиеся убеждаются в том, что изображение светящейся точки будет

действительным в тех случаях, когда эта точка будет расположена перед фокусом линзы. Если светящаяся точка находится между фокусом и линзой, то ее изображение будет мнимым, так как в этом случае исходящий из светящейся точки пучок света не преобразуется линзой в сходящийся.

Аналогично демонстрируются опыты по получению изображения светящейся точки с помощью рассеивающей линзы. На основании этих опытов легко убедиться, что рассеивающая линза дает только мнимое изображение.

2. Демонстрационные эксперименты завершаются выводами:

а) точечный объект и его изображение всегда лежат на одной оптической оси;

б) луч, падающий на линзу параллельно оптической оси, после преломления через линзу проходит через фокус, соответствующий этой оси;

в) луч, проходящий через фокус до собирающей линзы, после линзы распространяется параллельно оси, соответствующей этому фокусу;

г) луч, параллельный оптической оси, пересекается с ней после преломления в фокальной плоскости.

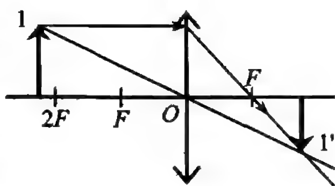


Рис. 47

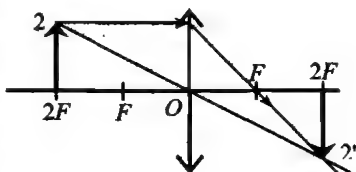


Рис. 48

3. Руководствуясь вышеизложенными выводами, учитель объясняет учащимся условия, при которых возникает то или иное изображение, и свойства каждого из них (здесь d – расстояние предмета до линзы; F – фокусное расстояние линзы).

Предмет находится за двойным фокусным расстоянием линзы: $d > 2F$.

Линза дает уменьшенное, перевернутое, действительное изображение предмета, лежащее по другую сторону от линзы между ее фокусом и двойным фокусом (рис. 47).

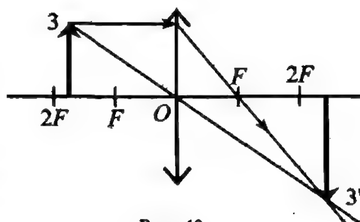


Рис. 49

Предмет находится на двойном фокусном расстоянии линзы: $d = 2F$.

Линза дает равное, перевернутое, действительное изображение предмета, лежащее по другую сторону от линзы на двойном фокусном расстоянии (рис. 48).

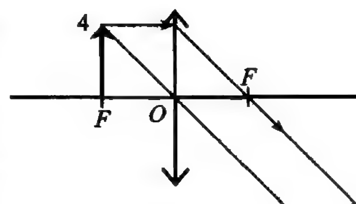


Рис. 50

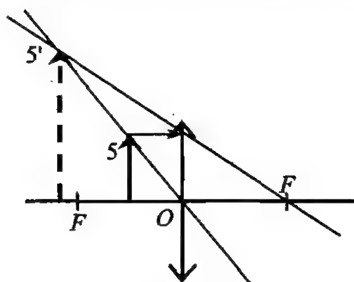


Рис. 51

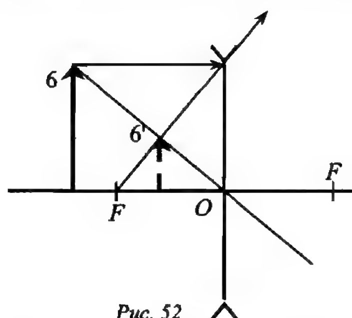


Рис. 52

Предмет находится между фокусом линзы и ее двойным фокусом: $F < d < 2F$.

Линза дает увеличенное, перевернутое, действительное изображение предмета, расположенное по другую сторону от линзы за двойным фокусным расстоянием (рис. 49).

Предмет помещен в фокус линзы: $d = F$.

Изображение предмета будет размытым (рис. 50).

Предмет находится между линзой и ее фокусом: $d < F$.

Изображение предмета увеличенное, мнимое, прямое и расположено по ту же сторону от линзы, что и предмет (рис. 51).

Рассматривая **изображения, даваемые рассеивающей линзой**, делается вывод, что линза не дает действительных изображений, так как лучи, прошедшие сквозь нее, расходятся (рис. 52): при всех положениях предмета линза дает уменьшенное, мнимое, прямое изображение, лежащее по ту же сторону от линзы, что и предмет.

III. Решение задач

Для закрепления и более глубокого усвоения материала конец урока желательно посвятить решению задач по изученной теме:

Задача 1

С помощью линзы на экране получено изображение пламени свечи. Изменится ли, и как, это изображение, если половину линзы закрыть непрозрачным экраном?

Задача 2

На рис. 53 показаны главная оптическая ось MM линзы, предмет AB и его изображение A_1B_1. Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.

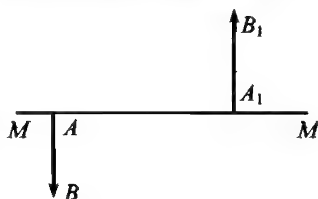
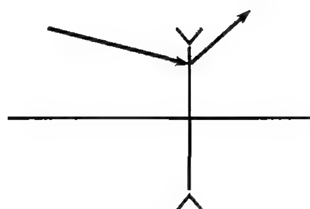


Рис. 53


Рис. 54

Задача 3

Определите построением положение фокусов линзы, если задана главная оптическая ось и ход произвольного луча (рис. 54).

Домашнее задание

1. § 67 учебника; вопросы и задания.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1592, 1593, 1594, 1596.

Урок 65. Решение задач на построение изображений, полученных при помощи линз

Цели: научить учащихся строить ход лучей в линзах, производить анализ изображений, полученных с помощью линз.

Ход урока

Усвоению и закреплению знаний, умений и навыков построения изображений, даваемых линзами, помогает подбор интересных задач различного типа. Ниже приводится примерный список задач, из которых учитель может выбрать те, которые он считает необходимыми для данного урока.

Задача 1

Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и ее фокусы, если MM – главная оптическая ось линзы, A – светящаяся точка, A_1 – ее изображение (рис. 55). Определите также тип линзы и тип изображения.

Задача 2

Даны точки A и A_1 на оси линзы неизвестной формы (рис. 56). Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.

Задача 3

Постройте изображение наклонной стрелки AB (рис. 57), проходящей через фокус собирающей линзы.

Решение: Действительное изображение отрезка AF и мнимое изображение отрезка FB находятся по разные стороны от линзы (рис. 58). Обе части изображения уходят на бесконечность. Заметим теперь, что если из *любой* точки стрелки выходит луч в направлении линии от A к B, то после преломления он идет по прямой, проходящей через точку C параллельно главной оптической оси линзы. Значит, изображения *всех* точек стрелки лежат на этой прямой. Дальнейшие построения уже не сложны.

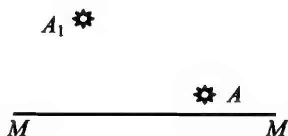


Рис. 55

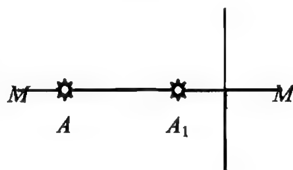


Рис. 56

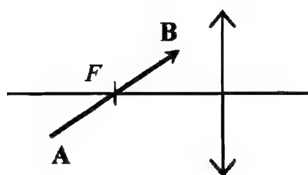


Рис. 57

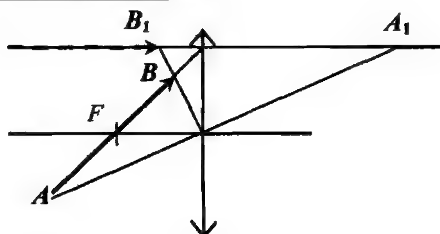


Рис. 58

Задача 4

На рис. 59 показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы *MM*. Определите положение линзы и ее фокусов.

Задача 5

На рис. 60 показано положение предмета *AB* и его изображения A_1B_1. Найдите построением положение линзы и расположение ее фокусов.

Задача 6

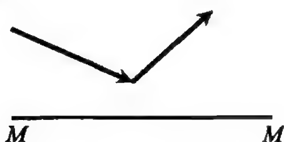


Рис. 59

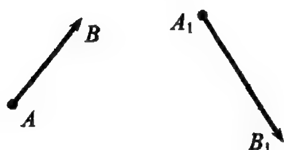


Рис. 60

Где на оптической оси собирающей линзы должен находиться точечный источник света, чтобы из одной точки пространства нельзя было одновременно увидеть источник и его изображение?

Задача 7

Три светящиеся точки, находящиеся по одну сторону линзы, расположены вдоль одной прямой, причем ни одна из точек не лежит в фокальной плоскости линзы. Будут ли изображения этих точек в линзе тоже расположены вдоль одной прямой? Обоснуйте свой ответ.

Домашнее задание

1. Повторить § 66, 67 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1597, 1599.

Урок 66. Формула тонкой линзы

Цели: научить учащихся связывать фокусное расстояние линзы с расстоянием от предмета до линзы и от изображения до линзы; познакомить их с понятием оптической силы линзы.

Ход урока

Повторение. Проверка знаний

Первые 10 минут урока целесообразно посвятить проверке качества усвоения материала. С этой целью можно провести письменную проверочную работу по карточкам с разноуровневыми заданиями. Можно провести и комбинированную проверку – часть учеников работает по индивидуальным карточкам в то время как учитель проводит фронтальный опрос-беседу с остальными учащимися. Для карточек можно предложить следующие задания:

Уровень 1

1. Что такое линза? Каковы ее свойства?
2. Изобразите схематично выпуклую и вогнутую линзы. Проведите их оптические оси, обозначьте оптические центры этих линз.

Уровень 2

1. Постройте изображение данного предмета в линзе (рис. 61). Какое это изображение?
2. На рисунке показаны главная оптическая ось ММ линзы, предмет АВ и его изображение A_1B_1 (рис. 62). Определите графически положение оптического центра и фокусов линзы.

Уровень 3

1. Определите построением, где находится оптический центр тонкой линзы и ее фокусы, если *ММ* – главная оптическая ось линзы, *А* – светящаяся точка, A_1 – ее изображение (рис. 63). Определите также тип линзы и тип изображения.
2. Определите построением положение фокусов линзы, если *А* – светящаяся точка, A_1 – ее изображение (рис. 64). *ММ* – главная оптическая ось линзы.

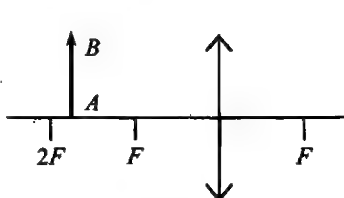


Рис. 61

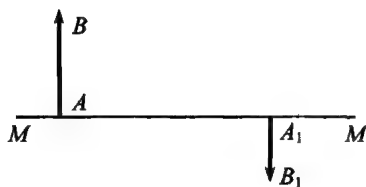


Рис. 62

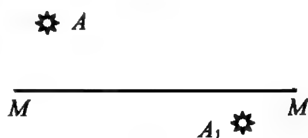


Рис. 63

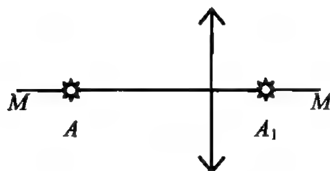


Рис. 64

Уровень 4

1. На рис. 65 показано положение предмета АВ и его изображения A_1B_1. Найдите построением положение линзы и расположение ее фокусов.
2. Где должны находиться фокусы двух линз (см. рис. 66), чтобы параллельные лучи, пройдя через линзы, оставались параллельными?

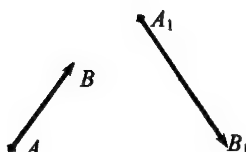


Рис. 65

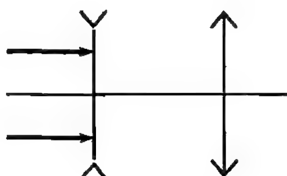


Рис. 66

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Вывод формулы тонкой линзы.
2. Оптическая сила тонкой линзы.

1. Учитель предлагает учащимся вывести формулу, связывающую фокусное расстояние F с расстоянием от предмета до линзы d и расстоянием от линзы до изображения f.

Возьмем собирающую линзу и расположим предмет AB на расстоянии d перед ней ($d > F$). Построим изображение A_1B_1 предмета AB, воспользовав-

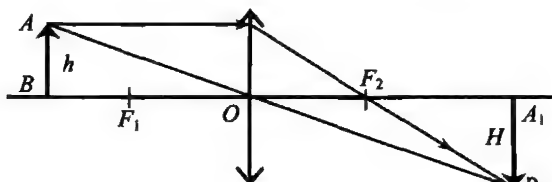


Рис. 67

шись двумя выходящими из точки A лучами (рис. 67).

Обозначим через h высоту предмета AB, а через H – высоту изображения A_1B_1. Учитывая, что $OB = d$, $OB_1 = f$, из подобия треугольников OBA и OB_1A_1, а также COF_2 и $A_1B_1F_2$ получаем:

$$\frac{H}{h} = \frac{OB_1}{OB} = \frac{f}{d}, \qquad \frac{H}{h} = \frac{B_1F_2}{OF_2} = \frac{f - F}{F}.$$

Приравнивая правые части этих соотношений, находим:

$$fF + dF = fd.$$

Разделив полученное уравнение на Fdf, получаем:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}.$$

Приведенное доказательство дает также и формулу для увеличения линзы:

$$\Gamma=\frac{H}{h}=\frac{f}{d}.$$

Если линза собирающая, а изображение мнимое, то:

$$\frac{1}{d}-\frac{1}{f}=\frac{1}{F}.$$

Если же линза рассеивающая, то:

$$\frac{1}{d}-\frac{1}{f}=-\frac{1}{F}.$$

2. Оптическая сила тонкой линзы. Преломляющую способность линзы характеризует величина, называемая ***оптической силой*** линзы. Оптическая сила больше у той линзы, у которой фокусное расстояние меньше.

– Как по внешнему виду линз можно узнать, у какой из них больше оптическая сила?

Обозначая оптическую силу линзы буквой D, получим:

$$D=\frac{1}{F}.$$

За единицу оптической силы принята ***диоптрия*** (1 *дптр*).

Оптическую силу собирающей линзы условились считать положительной, а оптическую силу рассеивающей линзы – отрицательной.

– Чем отличаются друг от друга линзы, оптическая сила одной из которых равна +1,5 дптр, а другой –1,5 дптр?

III. Решение задач

Оставшуюся часть урока целесообразно посвятить решению задач.

Задача 1

У одной линзы фокусное расстояние равно 20 см, а у другой – 0,5 м. Какая из них обладает большей оптической силой?

Задача 2

На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 20 см получится изображение предмета, если сам предмет находится на расстоянии 15 см?

Задача 3

Предмет расположен на расстоянии 15 см от рассеивающей линзы с фокусным расстоянием 30 см. На каком расстоянии от линзы получается изображение данного предмета?

Задача 4

Оптическая сила линзы 4 дптр. На каком расстоянии от линзы следует поместить предмет, чтобы получить действительное изображение в натуральную величину?

Задача 5

Собирающая линза с фокусным расстоянием 40 см дает действительное изображение предмета, причем изображение находится на таком же расстоянии от линзы, как и предмет. Чему равно это расстояние?

Задача 6

Изображение предмета, поставленного на расстоянии 50 см от собирающей линзы, получилось увеличенным в 2 раза. Каково фокусное расстояние линзы?

Домашнее задание

1. Повторить § 66 учебника.
2. Подготовиться к лабораторной работе № 10.

Урок 67. Лабораторная работа № 9 «Получение изображения при помощи линзы»

Цели: экспериментально научиться получать изображения, даваемые линзой, определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы.

Оборудование: собирающая линза; экран; лампа с колпачком, в котором сделана прорезь; измерительная лента.

Ход урока

При выполнении лабораторной работы учащиеся могут не только получать экспериментально изображения, даваемые светящейся лампочкой, но и определять фокусное расстояние и оптическую силу линзы.

На столе вдоль метровой линейки ученики располагают электрическую лампочку на подставке, на расстоянии 30–40 см от лампочки ставят белый экран, а между ними – выпуклую линзу. Перемещая линзу вдоль главной оптической оси, ученик получает четкое изображение лампочки на экране. Учащиеся должны выяснить, какое это изображение: действительное или мнимое? Прямое или обратное? Увеличенное или уменьшенное?

Измерив расстояние от лампочки до линзы и от линзы до экрана, ученики должны определить фокусное расстояние линзы F.

Зная величину фокусного расстояния линзы, ученики должны располагать лампочку на различных расстояниях d от линзы:

а) $d < F$;

б) $F < d < 2F$;

в) $d < 2F$.

Каждый раз они наблюдают полученное на экране изображение и делают соответствующие выводы.

Домашнее задание

1. Повторить § 66, 67 учебника.

Урок 68. Контрольная работа № 5 «Световые явления»

Цели: контроль и оценивание знаний, умений и навыков учащихся по изученной теме.

Уровень 1

Вариант I

1. Угол падения луча равен 25°. Чему равен угол между падающим и отраженным лучами?
2. Фокусные расстояния трех линз соответственно равны 1,25 м, 0,5 м и 0,04 м. У какой линзы оптическая сила больше?
3. Какие очки предназначены для близорукого человека, а какие – для дальнозоркого, если оптические силы их линз таковы: +1 дптр, +2 дптр, –1,5 дптр, –2,5 дптр?

Вариант II

1. Угол между падающим и отраженным лучами составляет 60°. Под каким углом к зеркалу падает свет?
2. Оптическая сила линзы –2,5 дптр. Вычислите ее фокусное расстояние. Какая это линза – рассеивающая или собирающая?
3. Какие линзы (собирающие или рассеивающие) в очках, предназначенных для близоруких людей? Обоснуйте ответ.

Уровень 2

Вариант I

1. Чем отличается действительное изображение от мнимого?
2. Когда оптическая сила глаза больше: при рассмотрении удаленных или близких предметов?
3. Сделайте чертеж (рис. 68) и изобразите на нем тени и полутени от мяча, освещенного двумя источниками света A_1 и A_2.

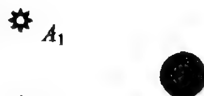


Рис. 68

Вариант II

1. Расстояние от предмета до его изображения в плоском зеркале равно 80 см. Чему равно расстояние от предмета до зеркала?
2. Если читать книгу, держа ее очень близко или очень далеко от глаз, глаза быстро утомляются. Почему?
3. Перечертив рис. 69 в тетрадь, покажите на нем области тени и полутени, образуемые за непрозрачным предметом *BC*, который освещается двумя источниками света A_1 и A_2.



Рис. 69

Уровень 3

Вариант I

1. По какому признаку можно обнаружить, что вы оказались в полутени некоторого предмета?
2. На рис. 70 показаны положение оптической оси *ММ* тонкой линзы, светящейся точки *А* и ее изображения A_1. Найдите построением положение центра линзы и ее фокусов. Какая это линза?

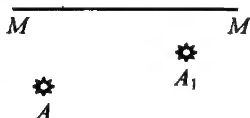


Рис. 70

3. В солнечный день длина тени на земле от человека ростом 1,8 м равна 90 см, а от дерева – 10 м. Какова высота дерева? (*Ответ:* 20 м.)

Вариант II

1. Как и почему меняются очертания тени и полутени человека, когда он удаляется вечером от фонаря уличного освещения?
2. Даны точки *А* и A_1 на оси линзы неизвестной формы (рис. 71). Определите вид линзы (собирающая или рассеивающая). Постройте фокусы линзы.

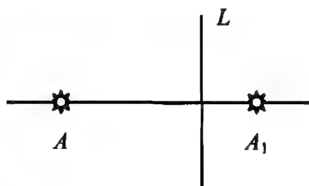


Рис. 71

3. Предмет находится на расстоянии 40 см от собирающей линзы неизвестной формы. Каким будет изображение предмета (действительным или мнимым, прямым или перевернутым, увеличенным или уменьшенным), если оптическая сила линзы 4 дптр? (*Ответ:* действительное, перевернутое, увеличенное.)

Уровень 4

Вариант I

1. Можно ли сказать, что изображение предмета в зеркале абсолютно ему идентично?
2. Объектив фотоаппарата имеет фокусное расстояние 10,5 см. На каком расстоянии от объектива должен быть помещен предмет, чтобы снимок получился в 5 раз меньше размера предмета? (*Ответ:* 0,63 м.)
3. Вы нашли очки. Предложите способ, с помощью которого можно определить, близорукость или дальнозоркость у их владельца.
4. *АВ* – предмет, A_1B_1 – изображение предмета, $\frac{A_1B_1}{AB} = 5$ (рис. 72). Оптическая сила линзы 40 дптр. Найдите расстояние от предмета до линзы и от изображения до линзы. Расчет проверьте построением.

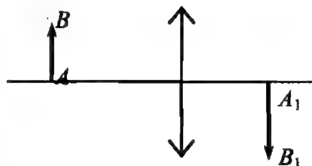


Рис. 72

ариант II

1. Пузырьки воздуха, расположенные на стеблях и листьях подводных растений, кажутся серебристо-зеркальными. Почему?
2. С какого расстояния был сделан фотоснимок электрички, если высота вагона на снимке 9 мм, а действительная высота вагона 3 м? Фокусное расстояние объектива фотоаппарата 15 см. (*Ответ:* 50 м.)
3. Сидящие рядом дальнозоркий и близорукий зрители пользуются одинаковыми биноклями. У какого зрителя трубка бинокля раздвинута больше?
4. На рис. 73 показан ход луча относительно главной оптической оси тонкой линзы. Определите построением положение линзы и ее фокусов.

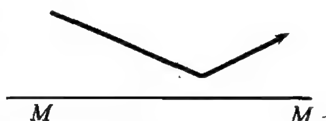


Рис. 73

II. Поурочные разработки к учебнику С. В. Громова

Тематическое планирование к учебнику С. В. Громова

Глава 1. Кинематика (9 ч)

Наука о движении тел. Ускорение. Скорость и путь при равноускоренном движении. Равномерное движение по окружности. Период и частота обращения.

Глава 2. Динамика (14 ч)

Первый, второй, третий законы Ньютона. Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Развитие ракетной техники. Энергия. Закон сохранения энергин. Использование энергии движущейся воды и ветра.

Глава 3. Колебания и волны (15 ч)

Механические колебания. Превращения энергии при колебаниях. Виды колебаний. Резонанс. Механические волны. Скорость и длина волны. Сейсмические волны. Звуковые волны. Звук в различных средах. Громкость н высота звука. Эхо. Инфразвук и ультразвук.

Глава 4. Внутренняя энергия (13 ч)

Тепловые явления. Внутренняя энергия. Два способа изменения внутренней энергии: работа и теплоотдача. Виды теплоотдачи. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Закон сохранения внутренней энергии. Уравнение теплового баланса.

Глава 5. Изменение агрегатных состояний вещества (16 ч)

Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердеванне тел. Температура плавления. Удельная теплота плавлення. Испаренне и конденсация. Относнтельная влажность воздуха н ее измерение. Кипение. Температура кипения. Удельная теплота парообразования. Количество теплоты, выделяющееся прн сгорании топлива. Тепловые двигатели. Изобретение автомобиля и паровоза. Двигатель внутреннего сгорания.

Глава I
Кинематика

У р о к 1. Механика – наука о движении тел

Цели: знакомство с одним из важнейших разделов физики – механикой; определение структуры механики, основных понятий.

Демонстрации: движение тел по наклонной плоскости; относительное движение тел.

Ход урока

Введение

Во вступительной части учитель рассказывает, что будут изучать учащиеся в этом учебном году, наши задания их ждут. Также необходимо напомнить технику безопасности на уроках физики и во время проведения лабораторных работ.

Физика – наука о наиболее простых и наиболее общих свойствах мира.

– Какие закономерности вы уже подметили в природе? Вы уверены, что это – закономерности? Почему? Учитываете ли вы эти закономерности в повседневной жизни? Как учитываете?
– Какие опасности угрожают нашей планете? Можете ли вы лично принять участие в спасении Земли? Что для этого делают люди? Кто же подвергает Землю опасности?
– Верите ли вы в чудеса? А что это такое – чудо? Вы видели хотя бы одно чудо? Расскажите, это интересно!
– Какие «чудеса» подарила людям наука? Расскажите.

Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Механика – наука о движении тел; кинематика как раздел механики;
> 2. Механическое движение; система отсчета;
> 3. Относительность и абсолютность движения;
> 4. Понятие материальной точки;
> 5. История развития учения о механике.

1. На первом уроке учащиеся приступают к изучению одного из важнейших разделов физики – ***механики***. Механика, как раздел физики, изучает механические движения. Структурно механика делится на три части: ***кинематика***, ***динамика*** и ***статика***. Каждый из этих разделов решает свой круг задач.

Кинематика изучает движение тел без учета тех причин, которые вызывают данное движение. Основными понятиями кинематики являются скорость, время, путь, координатная система отсчета, материальная точка и другие.

2. «Дайте мне материю и движение, и я построю Вселенную», – говорил французский ученый Рене Декарт (1596–1650). Но что такое движение? Согласно Декарту, «движение, в обычном понимании этого слова, есть не что иное, как действие, посредством которого данное тело переходит с одного места на другое». В наши дни движение иногда определяют как изменение положения тела в пространстве с течением времени. Однако еще Эйнштейн предупреждал, что, согласившись с таким определением, мы «примем на свою совесть не один тяжкий грех», ибо «неясно, что следует понимать здесь под словами «место» и «пространство».

Действительно, представьте, что перед вами на столе лежит яблоко. Кроме вас, в комнате больше никого нет. Закройте глаза на секунду, а затем откройте их. Можно ли утверждать, что яблоко, которое вы снова видите перед собой, продолжает находиться в том же самом месте пространства, в каком находилось за секунду до этого?

Если вы уже готовы ответить «да», то подумайте, не забыли ли вы о том, что за эту секунду яблоко вместе с земным шаром успело пролететь в пространстве путь в 30 км? Но, если вы это учтете и скажете, что яблоко окажется в 30 км от первоначального места, то и в таком случае ответ нельзя будет признать удовлетворительным. Ведь и Солнце движется вокруг центра Галактики, а сама Галактика – относительно других скоплений звезд.

Ясно, что говорить о механическом движении можно лишь при условии, когда есть минимум два тела. В противном случае мы никогда не можем сказать, движется данное тело или нет. Любое движение мы рассматриваем ***относительно*** других тел. Например, очень часто мы говорим, что тело перемещается относительно земли, дерева и так далее

Главным в кинематике является определение координат тела в любой отрезок времени. Для этого вводят понятие ***система отсчета***.

Система отсчета – совокупность тела отсчета, системы координат, связанной с ним, и часов.

Например, при помощи одной координаты определяют положение тела, которое движется по прямой (рис. 74).

При помощи прямоугольной системы координат XOY определяют положение тела на плоскости (рис. 75).

И, наконец, трехмерная система координат определяет положение тела в пространстве (рис. 76).



Рис. 74

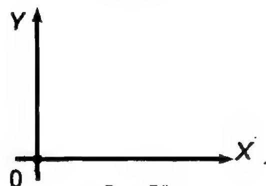


Рис. 75

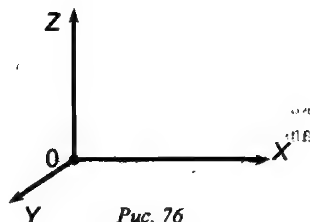


Рис. 76

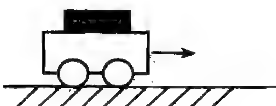


Рис. 77

3. В различных системах отсчета одно и то же движение может выглядеть по-разному. Причем разный вид будут иметь и траектории, и перемещения. Разными будут и скорости.

Учитель может продемонстрировать относительность движения на примере бруска, неподвижно лежащего на двигающейся тележке (рис. 77). Брусок неподвижен относительно тележки, но перемещается относительно земли.

Можно рассмотреть траекторию падения мяча относительно точки падения, и сбоку, относительно земли.

Все эти опыты показывают ***относительность*** механического движения.

Но механическому движению присуща и ***абсолютность***. Скорость сближения двух тел одинакова и с точки зрения наблюдателя, и из окна поезда. Невозможно найти такую систему отсчета, в которой данные тела не сближались бы, а, например, удалялись друг от друга.

4. На данном уроке желательно дать еще одно важное определение. Это понятие ***материальной точки***.

Под материальной точкой понимают любое тело, размерами которого можно пренебречь без искажения физического содержания процесса. Это фундаментальное понятие и кинематики и динамики.

На примерах следует разобрать, в каких случаях данное тело является материальной точкой, а в каких – нет:

- движение большого (малого) бруска по прямой на опоре;
- выруливание самолета на взлетную полосу, и его полет из Москвы в Киев;
- движение слона в «посудной лавке», и движение Земли по орбите вокруг Солнца.

5. В конце урока есть смысл немного рассказать об истории развития взглядов на механику. Достаточно ярко это демонстрируется на апориях Зенона (Ахилл и черепаха). Суть парадокса – в замене непрерывного течения времени на дискретный ход. Или, как в другой апории, рассматриваемое движение происходит в разных системах отсчета, что приводит к парадоксу.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления изученного материала можно предложить ученикам ряд простых качественных задач на понятие системы отсчета, материальной точки:

1. В движущемся вагоне пассажирского поезда на столе лежит книга. В покое или движении находится эта книга относительно: а) рельсов; б) стола?
2. Как движется токоприемник, расположенный на крыше вагона электропоезда, относительно: а) вагона; б) контактного провода?
3. Автомобиль и комбайн движутся прямолинейно, так что некоторое время расстояние между ними не меняется. Укажите, относительно каких тел они находятся в это время в покое, и относительно каких тел движутся?

4. Сидящий на вращающемся «чертовом колесе» видит, что колесо относительно него неподвижно, а деревья и строения движутся. С каким телом в данном случае связана система отсчета?
5. Изобразите схематически траекторию движения точек винта самолета относительно земли.
6. Приведите примеры задач, в которых спортсмена а) можно считать материальной точкой; б) нельзя считать материальной точкой.
7. Можно ли при определении объема стального шарика с помощью мензурки считать этот шарик материальной точкой?
8. Из центра горизонтально расположенного вращающегося диска по его поверхности вдоль радиуса пущен шарик. Каковы траектории шарика относительно земли и диска?

IV. Итог урока

Подводя итог урока, можно задать учащимся ряд вопросов по изученному материалу:

- Что изучает механика?
- На какие разделы делится механика?
- Что изучает кинематика как раздел механики?
- Вспомните определение механического движения.
- Приведите примеры относительности и абсолютности механического движения.
- Что такое материальная точка?

Домашнее задание*

1. § 1 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126): № 1–5.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 137, 142.

Дополнительный материал

Кинематика материальной точки

В конце XVIII – начале XIX вв. в науке о движении тел (механике) постепенно стал формироваться раздел, в котором давалось лишь математическое описание того, как движутся тела, без выяснения причин, почему они так движутся. В 1818 г. польский математик и философ Юзеф Вронский (1776–1853) назвал этот раздел форономией. Однако более широкое распространение получило другое его название – кинематика (от греч. «кинематос» – «движение»), которое впервые появилось в 1834 г. в одной из работ французского ученого Андре Мари Ампера (1775–1836).

Кинематика дает в руки исследователя мощный «инструмент», позволяющий работать в области изучения движения. Она объясняет, какими способами и какими математическими средствами можно описать перемещение тела из одного места в другое. Из множества факторов, влияющих на движение тел, здесь учитывается

---

* В пособии предлагается *примерное* домашнее задание. Учитель, исходя из уровня подготовки учащихся, сам выбирает число и уровень предлагаемых задач. В большинстве случаев учащимся предлагается домашнее задание, состоящее из трех частей: материал из учебника; задачи раздела учебника «Задачи и упражнения» (с. 126); задачи из сборника задач по физике В. И. Лукашика. Обратите внимание, что из сборника В. И. Лукашика предлагаются, в основном, задачи повышенной сложности для учащихся с высоким уровнем подготовки.

лишь то, что оно происходит в пространстве и во времени. Но соотношения между расстояниями в пространстве изучаются в геометрии, а свойства времени – в науке, называемой хронометрией (от греч. «хронос» – «время» и «метрео» – «измеряю»). Поэтому можно сказать, что кинематика представляет собой объединение геометрии и хронометрии (или геометрию пространства – времени).

В кинематике рассматриваются физические свойства тел (инертность и способность взаимодействовать) и поэтому отсутствуют такие понятия, как масса и сила. Основными в ней являются лишь геометрические характеристики движения – перемещение, скорость и ускорение. Наиболее «молодое» из перечисленных понятий – ускорение. В качестве особой физической величины оно было введено в физику в 1841 г. французским ученым Жаном Виктором Понселе (1788–1867). Вот почему именно этот год считают годом создания кинематики как самостоятельной науки.

Урок 2. Ускорение

Цели: познакомить учащихся с понятием ускорения – важнейшей характеристикой равноускоренного движения.

Демонстрации: движение тележки с капельницей по наклонной плоскости.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания основное внимание следует уделить четкому усвоению основных определений и положений механики.

Можно провести краткий фронтальный опрос по изученному материалу:

- Что изучает механика? Из каких разделов она состоит?
- Что изучает кинематика?
- Что такое материальная точка? Что такое траектория?
- Что такое механическое движение?
- Как найти путь в прямолинейном равномерном движении?
- Что такое система отсчета?
- При наличии скольких тел можно говорить о механическом движении?

Можно предложить одну-две задачи на более глубокое понимание изученных терминов, например:

а) Во время равномерного движения поезда с верхней полки падает мяч. Будет ли он падать вертикально? Одинаково ли ответят на этот вопрос наблюдатели, находящиеся в вагоне и на платформе?

б) Траектории движения двух материальных точек пересекаются. Означает ли это, что тела сталкиваются? Приведите пример, подтверждающий ваш ответ.

в) Как должен прыгнуть наездник, скачущий на лошади по прямой с постоянной скоростью, чтобы, проскочив сквозь обруч, снова встать на лошадь? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Понятие ускорения.
> 2. Вывод формулы для ускорения при равноускоренном движении.
> 3. Графическое описание движения.

1. Переходя к изучению основного материала, следует обратить внимание учащихся на то, что прямолинейное равномерное движение встречается в жизни достаточно редко. Обычно в своем движении тела движутся, меняя свою скорость.

На примере опыта с тележкой учитель показывает, как изменяется скорость тела. Во время демонстрации опыта учитель обращает внимание на то, что с увеличением угла наклона доски скорость тележки изменяется поразному. При большем угле наклона расстояния между каплями на соответствующих отрезках становятся больше.

Для угла наклона $\alpha = 10°$ имеем (рис. 78):



Рис. 78

А для $\alpha = 25°$ получаем (рис. 79):



Рис. 79

Такой тип движения, когда скорость тела за равные промежутки времени изменяется на одинаковую величину, называется ***равноускоренным***.

Основной характеристикой такого движения является ***ускорение*** (a).

В системе СИ за единицу ускорения принято:

$$a = [\text{м/с}^2].$$

Если, скажем, ускорение тела $a = 2$ м/с^2, то это значит, что за 1 секунду скорость тела изменяется на 2 м/с.

Проще говоря, ускорение характеризует быстроту изменения скорости. Диапазон возможных ускорений для различных тел легко проиллюстрировать на примере таблицы № 1 учебника (с. 8).

2. Ускорение, как любая физическая величина, должно быть измерено. Если тело начинает движение из состояния покоя равноускоренно и за время 4 с достигает скорости $v = 16$ м/с, то ускорение можно найти так:

$$a = \frac{v}{t} = \frac{16\,\text{м/с}}{4\text{с}} = 4\text{м/с}^2.$$

Если тело движется ***равнозамедленно***, и скорость перед началом торможения равна v_0, то ускорение можно найти так:

$$a = \frac{v_0}{t}.$$

Будет полезным, если учащиеся усвоят более общую форму определения ускорения. Если тело уже имеет начальную скорость v_0 и начинает равноускоренно, то через время t оно достигнет скорости:

$$v = v_0 + a \cdot t.$$

Откуда:

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$

Именно эта формула является основной в определении ускорения.

Необходимо отметить, что ускорение – векторная величина. Кроме численного значения она имеет направление. При равноускоренном движении ускорение совпадает по направлению со скоростью, а при равнозамедленном – направлена в противоположную скорости тела сторону.

3. Далее следует рассмотреть возможность графического построения зависимости скорости тела от времени. Важно понять, что наличие графика скорости дает достаточно полную характеристику движения.

Например (см. рис. 80).

Тело I начинает двигаться равноускоренно из состояния покоя с ускорением $a = 1$ м/с^2.

Тело III, имея $v_0 = 6$ м/с, начинает двигаться равнозамедленно с ускорением по модулю $a = 1$ м/с^2. И так далее.

III. Повторение изученного

С целью закрепления понятия ускорения в конце урока можно предложить для коллективного обсуждения ряд качественных задач, например:

1. Поезд начинает тормозить. Как направлено его ускорение? Скорость?
2. Ускорение тела равно –2 м/с^2. Как это понимать?
3. За 3 с скорость шарика возросла с 2 м/с до 5 м/с. Определите ускорение шарика.

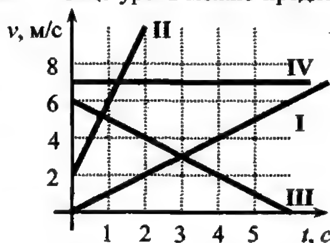


Рис. 80

Домашнее задание

1. § 2 учебника; вопросы и задания к параграфу; экспериментальное задание к параграфу (движение монеты по наклонной плоскости).
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 10–14.

Дополнительный материал

Принцип относительности Галилея

Помимо пространственно-временной законы природы обладают еще другой симметрией. Одним из тех, кто первым обратил на нее серьезное внимание, был Галилео Галилей. «Уединитесь, – писал он, – с кем-либо из друзей в просторное помещение под палубой какого-либо корабля, запаситесь мухами, бабочками и дру-

гими подобными мелкими летающими насекомыми. Пусть будет у вас там также большой сосуд с водой и плавающими в нем маленькими рыбками. Подвесьте наверху ведерко, из которого вода будет падать капля за каплей в другой сосуд с узким горлышком, подставленный внизу. Пока корабль стоит неподвижно, наблюдайте прилежно, как мелкие летающие животные с одной и той же скоростью движутся во все стороны помещения; рыбы, как вы увидите, будут плавать безразлично во всех направлениях; все падающие капли попадут в подставленный сосуд, и вам, бросая какой-нибудь предмет, не придется бросать его с большей силой в одну сторону, чем в другую, если расстояния будут одни и те же... Прилежно наблюдайте все это, хотя у нас не возникает никакого сомнения в том, что пока корабль стоит неподвижно, все должно происходить именно так. Заставьте теперь корабль двигаться с любой скоростью, и тогда (если только движение будет равномерным и без качки в ту или другую сторону) во всех названных явлениях вы не обнаружите ни малейшего изменения и ни по одному из них не сможете установить, движется ли корабль или стоит неподвижно».

В частности, утверждает Галилей, если с высокой мачты сбросить камень, то он «всегда упадет в одно и то же место корабля, неподвижен ли тот или движется с какой угодно скоростью». Это утверждение многим современникам Галилея показалось сомнительным: тогда была распространена точка зрения, согласно которой чем быстрее движется корабль, тем дальше от подножия мачты должен упасть камень. Нужен был эксперимент, чтобы установить истину. Однако Галилей заявил, что он и без опыта уверен: результат будет таким, как он говорит, ибо «необходимо, чтобы он последовал».

Прошло девять лет, прежде чем был поставлен соответствующий опыт. В 1641 г. вблизи Марселя французский физик Пьер Гассенди в присутствии большого числа свидетелей, находясь на галере, несколько раз (при разных скоростях движения судна) бросил камень с мачты. Однако даже при наибольшей возможной скорости, которую могли обеспечить гребцы, «камень все же падал во всех случаях вдоль мачты к ее подножию, и с той же стороны». После этого все сомнения в справедливости утверждений Галилея отпали.

Итак, одинаково поставленные механические опыты и в системе отсчета, неподвижной относительно Земли, и в тех, что движутся относительно нее равномерно и прямолинейно, приводят к совершенно одинаковым результатам. Эти системы отсчета оказываются физически равноправными – среди них нет никакой преимущественной, как-то выделенной по сравнению с другими системы.

Таким образом, если имеется система отсчета, которую с известной точностью можно считать инерциальной, то с той же самой точностью будут инерциальными и все остальные системы отсчета, движущиеся относительно нее равномерно и прямолинейно.

Позднее закономерность, описанную Галилеем, стали рассматривать в качестве одного из основных принципов механики, для которого впоследствии было предложено название «принцип относительности Галилея».

Одна из первых его формулировок, предложенная Исааком Ньютоном в 1687 г., звучала так: «Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенных в каком-либо пространстве, одинаковы, покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно без вращения».

В настоящее время принцип относительности Галилея формулируют следующим образом: законы механики во всех инерциальных системах отсчета имеют один и тот же вид. Именно поэтому, в частности, находясь в закрытом вагоне и проводя в нем различные механические эксперименты, невозможно по их результа-

нам определить, покоится ли этот вагон или движется относительно Земли равномерно и прямолинейно.

Стоит, однако, вагону изменить свою скорость, например, резко затормозить (и тем самым превратиться в инерциальную систему), как падающие с полок вещи сразу дадут понять, движется он или нет.

Во времена Галилея практически вся физика сводилась к механике. Отсюда и «механический» характер принципа относительности Галилея. Но было и другое обстоятельство. В XIX столетии физики считали, что электромагнитные процессы не подчиняются принципу относительности. В результате получалось, будто этот принцип справедлив для одних явлений природы и несправедлив для других.

Однако в начале XX в. Жюль Анри Пуанкаре и Альберт Эйнштейн сняли имеющиеся несообразности, распространив принцип относительности на все явления природы (при этом, однако, пришлось радикально пересмотреть привычные представления о пространстве и времени). Оказалось, что не только законы механики, но и все другие законы физики во всех инерциальных системах отсчета имеют один и тот же вид.

В современной физике принцип относительности часто формулируют как принцип симметрии: уравнения, выражающие физические законы, должны иметь такой вид, который не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. В подобной форме он используется на «переднем крае» физики, при построении новых научных теорий. Требуя от уравнений определенной симметрии, такой принцип позволяет установить один из основных критериев для выбора верного закона из множества различных математических выражений, получаемых учеными в результате тех или иных теоретических построений.

Проиллюстрируем это простым примером. Пусть имеется система из двух частиц, одна из которых (А) действует на другую (В) с силой $\vec{F}$. По Ньютону, такая сила связана с ускорением частицы В:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

А согласно воззрениям, высказывавшимся еще Аристотелем, она должна определять не ускорение, а скорость этой частицы:

$$\vec{F} = k\vec{v},$$

где k – некий постоянный (для данного тела) коэффициент пропорциональности.

Какому из уравнений следует отдать предпочтение с точки зрения принципа относительности? Для того чтобы выяснить это, перейдем в другую инерциальную систему отсчета и посмотрим, что произойдет с каждым из уравнений.

Поскольку масса, ускорение и сила во всех инерциальных системах отсчета имеют одинаковые значения, а скорость – разные, нетрудно сообразить, что ньютоновский закон в данном случае *сохранит* свой вид, а аристотелевский – нет (в нем левая часть останется без изменения, а правая изменится).

Таким образом, из предлагаемых уравнений лишь закон Ньютона, обладая должной симметрией, удовлетворяет требованию принципа относительности, и потому только он может претендовать на роль основного закона механики.

Урок 3. Скорость при равноускоренном движении. Решение задач

Цели: расширить взгляды учащихся на природу механического движения; развитие навыков самостоятельной работы.

Демонстрации: движение монеты по наклонной плоскости (деревянной линейке) – домашнее экспериментальное задание.

Ход урока

I. Повторение и проверка домашнего задания

Урок можно начать с демонстрации эксперимента с монетой на наклонной плоскости. В зависимости от угла наклона монета либо покоится, либо двигается равномерно или равноускоренно.

– От чего зависит поведение монеты?
– Почему при малых углах наклона монета покоится?
и так далее

Далее можно выборочно проверить решения домашних задач и обязательно повторить основные понятия, связанные с равноускоренным движением. Хорошее повторение позволит устранить непонятные вопросы, а также более глубоко осмыслить новый материал.

– Что такое ускорение?
– Назовите единицы ускорения.
– Какое движение называют равноускоренным?
– По какой формуле находится ускорение?
– Что характеризует ускорение?

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Вычисление скорости при равноускоренном движении.
2. Построение графиков зависимости скорости от времени.
3. Средняя скорость движения.

1. Материал данного урока является логическим продолжением предыдущего. Заметим, что теория равноускоренного движения была разработана Галилео Галилеем. Галилей впервые дал определение равноускоренного движения, доказал ряд теорем, которые описывали закономерности этого движения.

Изучение равноускоренного движения опирается на основное соотношение, которое определяет ускорение тела:

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$

Если тело начинает равноускоренное движение из состояния покоя, то есть $v_0 = 0$, то скорость тела в любой момент времени определяется так:

$$v = a \cdot t.$$

2. Наглядно движение тела можно представлять в виде графиков.

Зависимость скорости тела от времени называют законом изменения скорости, а графическое представление этого закона – графиком скорости. Чтобы построить график скорости, оси прямоугольной системы координат обозначаются так: по оси x откладывают время, а по оси y – значения скорости тела.

На рис. 81 представлены два графика равноускоренного движения из состояния покоя. Ускорение первого тела равно $a_1 = 1$ м/с^2, а второго – $a_2 = 3$ м/с^2.

На рис. 82 показаны графики равнозамедленного движения: ускорение первого тела равно $a_1 = -1/3$ м/с^2, а второго – $a_2 = -1$ м/с^2.

При помощи графика скорости мы всегда можем найти скорость тела в любой момент времени. По виду графика скорости можно судить о характере движения тела.

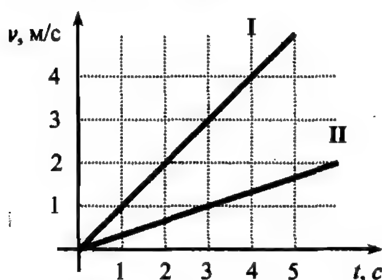


Рис. 81

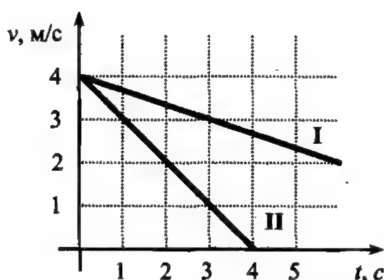


Рис. 82

3. Из графика скорости вытекает, что при $v_0 = 0$ в равноускоренном движении средняя скорость на отрезке времени t всегда равна половине достигнутой скорости v (рис. 83), то есть:

$$v_{cp} = \frac{v}{2}.$$

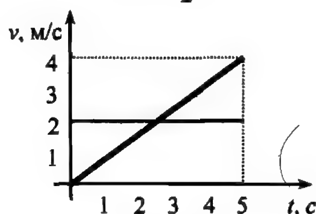


Рис. 83

При равнозамедленном движении средняя скорость определяется так:

$$v_{cp} = \frac{v_0}{2}.$$

При условии, что конечная скорость тела $v = 0$.

III. Решение задач

В заключительной части урока для самостоятельного решения можно предложить несколько графиков скорости, по которым ученики должны дать описание движения и определить неизвестные величины a и v_1, например, см. рис. 84.

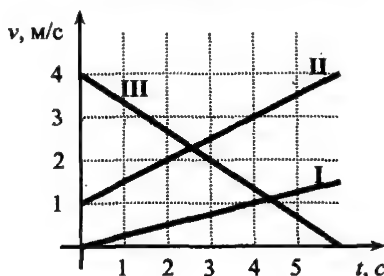


Рис. 84

По графику скорости I определить ускорение тела и скорость тела через 6 с, 10 с.

По графику скорости II определить ускорение и скорость тела через 4 с.

По графику скорости III определить ускорение и скорость тела через 16 с.

Домашнее задание

1. § 3 учебника; вопросы и задания к параграфу; один из учеников по желанию может подготовить доклад о роли Галилео Галилея в развитии механики.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 15, 16, 9.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 150.

Урок 4. Путь в равноускоренном движении. Решение задач

Цели: определить условия, позволяющие находить пройденный путь в равнопеременном движении.

Демонстрации: движение шара по гладкой опоре и по участку с маслом; движение тел по наклонному желобу.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного материала можно провести в виде самостоятельной работы по чтению графиков скорости. Учитель подготавливает два варианта достаточно простых заданий. В каждой работе на одном графике можно привести три графика скорости тел, по которым учащиеся дают описание движения. Примерными вариантами могут быть следующие.

Вариант I (см. рис. 85)

Определить тип движеиия тел и найти ускорения. Чему равны скорости тел через 2 с после начала движения?

Вариант II (см. рис. 86)

Определить тип движения тел и найти ускорения. Чему равны скорости тел через 4 с после начала движения?

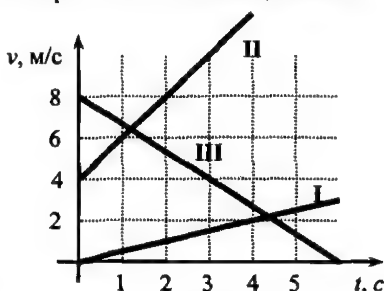


Рис. 85

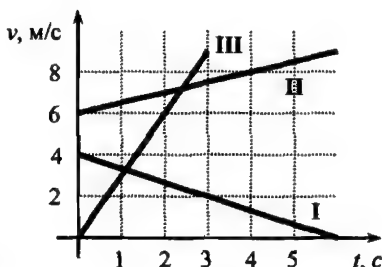


Рис. 86

II. Новый материал

План изложения нового материала:

1. Вывод формулы пути при равноускоренном движении;
2. Соотношения ускорения, скорости и пути при равноускоренном движении;
3. Доклад о роли Галилея в развитии механики как науки.

1. Рассмотрение нового материала можно начать с демонстрации движения различных тел по наклонному желобу. Делается вывод, что в зависимости от скорости за одинаковое время тела могут проходить различные пути. Зная среднюю скорость, путь найти очень просто:

$$s = v_{ср} \cdot t.$$

Если учесть, что $v_{ср} = \frac{v}{2}$, то:

$$s = \frac{v \cdot t}{2}.$$

Это выражение справедливо, если движение начинается из состояния покоя. При торможении пройденный путь равен:

$$s = \frac{v_0 \cdot t}{2}.$$

Так как $v = a \cdot t$, то пройденный путь можно найти как:

$$s = \frac{at^2}{2}.$$

Полученное выражение справедливо для любого равнопеременного движения.

2. Для того чтобы у учащихся сложилось целостное представление об аналитических соотношениях для определения ускорения, скорости и пройденного пути в равнопеременном движении, рассматривается таблица 2 учебника (с. 13).

Необходимо обратить внимание учеников, что данные соотношения справедливы только в том случае, когда либо начальная, либо конечная скорость движения тела равняется нулю.

3. В заключение можно рассказать об огромной роли Галилея в развитии взглядов на механическое движение. Несмотря на гонения инквизиции, он оставался верен своим взглядам на устройство Солнечной системы.

Заслушивается доклад одного из учеников о жизни и достижениях Галилео Галилея.

III. Решение задач

Оставшееся на уроке время можно посвятить решению задач по изученной теме. При этом будет полезно коллективно разобрать решения 2–3 задач у доски:

Задача 1

Определить среднюю скорость движения тела, если первую половину пути оно прошло со скоростью 10 м/с, а вторую – со скоростью 15 м/с.

Дано:	Решение:
$v_1 = 10$ м/с $v_2 = 15$ м/с	Пусть пройденный путь равен s. Тогда $v_{cp} = \frac{s}{t}$, где t – время движения на всем пути.
$v_{ср} = ?$	$t = t_1 + t_2$; $t_1 = \frac{s}{2} : v_1 = \frac{s}{2v_1}$; $t_2 = \frac{s}{2} : v_2 = \frac{s}{2v_2}$.

$t = t_1 + t_2 = \frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2} = \frac{s}{20} + \frac{s}{30} = \frac{s}{12}$. Отсюда: $v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{s \cdot 12}{s} = 12$ м/с.

(*Ответ:* $v_{ср} = 12$ м/с.)

Задача 2

Найти путь, пройденный телом в равноускоренном движении из состояния покоя за время 1 мин, если ускорение равно 0,2 м/с^2.

Дано:	Решение:
$t = 1$ мин $a = 0{,}2$ м/с^2	$t = 60$ с $s = \frac{at^2}{2} = \frac{0{,}2\text{ м/с}^2 \cdot (60\text{ с})^2}{2} = 360$ м.
$s = ?$	

(*Ответ:* $s = 360$ м.)

Задача 3

В равноускоренном движении из состояния покоя тело прошло путь 100 м. Определить время движения, если ускорение было равно 0,5 м/с^2.

Дано:	Решение:
$s = 100$ м $a = 0{,}5$ м/с^2	$s = \frac{at^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$; $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 100\text{м}}{0{,}5\text{м/с}^2}} = 20$ с.
$t = ?$	

(*Ответ:* $t = 20$ с.)

Домашнее задание

1. § 4 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 17–22.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 159.

Урок 5. Лабораторная работа № 1
«Измерение ускорения тела при равноускоренном движении»

Цели: развитие навыков работы с физическим оборудованием.

Оборудование: желоб, шарик, штатив, металлический цилиндр, измерительная лента или линейка, метроном или секундомер.

Ход урока

I. Лабораторная работа

Это первая лабораторная работа в новом учебном году, поэтому перед началом работы следует напомнить учащимся основные правила поведения в лаборатории и порядок выполнения работы. Особое внимание необходимо обратить на аккуратность и точность проведения работы, а также на необходимость подведения итогов работы, написания выводов по ней.

Во время лабораторной работы достаточно провести 3–4 опыта с постоянным, неизменным углом наклона желоба. Если в лаборатории время отсчитывают при помощи метронома, то в данной работе его следует настроить на 120 ударов в минуту. Тогда время между двумя последовательными ударами составит $\Delta t = 0{,}5$ с. Таким образом, меняя положение массивного цилиндра на конце желоба, можно добиться, чтобы время движения шарика укладывалось в целое число ударов метронома.

Время движения шарика находится из условия:

$$t = n \cdot \Delta t,$$

где $\Delta t = 0{,}5$ с, а n – число промежутков времени по метроному.

Значение ускорения из опытов можно найти, воспользовавшись формулой:

$$s = \frac{at^2}{2}, \text{ откуда } a = \frac{2s}{t^2}.$$

Цена деления измерительной ленты или линейки определяется заранее.

Если нет метронома, можно воспользоваться секундомером. Правда, при этом из-за субъективных моментов возрастает погрешность в определении ускорения.

Ускорение шарика рассчитывается при неизменном угле наклона желоба на разных расстояниях s_1, s_2, s_3, s_4.

$$a_1 = \frac{2s_1}{t_1^2}; \quad a_2 = \frac{2s_2}{t_2^2}; \quad a_3 = \frac{2s_3}{t_3^2}; \quad a_4 = \frac{2s_4}{t_4^2}.$$

Сравнивая полученные значения a_1, a_2, a_3, a_4, ученики должны прийти к заключению, что ускорения примерно одинаковы, и, значит, они не зависят от пройденного пути, а лишь от угла наклона желоба.

Если в работе остается время, можно провести один-два опыта, увеличив угол наклона желоба. Сравнения полученного результата с предыдущими значениями полученных ускорений, подтверждает, что $a \sim \alpha$. Все данные, полученные в ходе измерений и вычислений, удобно занести в таблицу:

n	t, с	s, м	a, м/с^2
...	...	...	...

Часть учащихся затрудняются в написании выводов к лабораторным работам по физике, поэтому следует напомнить об основных моментах, которые должны быть отражены в выводе. Обязательно необходимо отметить, на чем основан принцип измерения величин; причины, приводящие к погрешностям; уровень качества выполненной работы и так далее

II. Решение задач

Если на уроке осталось время, его можно посвятить решению домашних задач, либо предложить одну–две более сложные задачи на расчет пути и времени при равноускоренном движении, например:

Задача 1

С вертолета сбросили без начальной скорости два груза, причем второй на 1 с позже первого. Определить расстояние между грузами через 2 с и через 4 с после начала движения первого груза.

(*Ответ:* 15 м, 35 м.)

Задача 2

Аэростат поднимается с аэродрома вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2. Через 5 с от начала его движения из него выпал предмет. Через какое время этот предмет упадет на землю?

(*Ответ:* 3,5 с.)

Домашнее задание

1. Повторить § 1–4.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 23–25.
3. *Сборник* задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 153, 160.

Урок 6. Равномерное движение тела по окружности

Цели: изучить один из простейших видов криволинейного движения – движение тела по окружности.

Демонстрации: движение шарика по закругленному желобу.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания особое внимание следует уделить глубокому пониманию графического представления движения. Нескольким ученикам можно раздать карточки с индивидуальными заданиями, напри-

мер: по графикам I и II путей двух равномерно движущихся тел (рис. 87) определить скорость каждого тела. У какого тела скорость больше? Ответ обосновать.

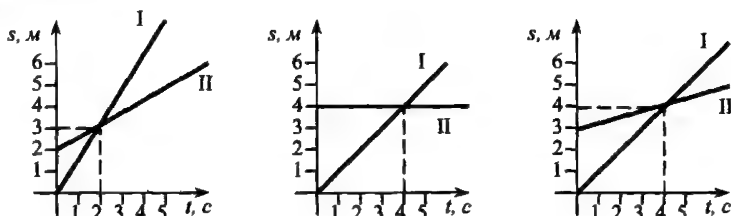


Рис. 87

Необходимо также вспомнить формулы скорости и пути при равноускоренном движении.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Скорость при равномерном движении по окружности.
> 2. Демонстрация движения шарика по закругленному желобу.
> 3. Ускорение при равномерном движении по окружности.

1. Прежде чем приступить к изложению нового материала учитель задает классу ряд вопросов, подготавливающих к восприятию новой темы:

– По какой линии полетит камень, вращающийся на нити, если нить внезапно обрезать? (Ответы учащихся.)

– Автомобиль движется по криволинейной траектории с постоянной по модулю скоростью. Можно ли утверждать, что его ускорение в этом случае равно нулю?

Переходя к изложению нового материала, следует заметить, что помимо равнопеременного движения по прямой, часто встречается равномерное движение тела по окружности. При этом числовое значение скорости остается неизменным, а вот направление скорости тела постоянно изменяется.

Очень наглядный опыт с точильным кругом (а такие есть в лабораториях физики) подтверждает факт изменения направления скорости искр при затачивании деталей. При движении по окружности в любой точке скорость тела направлена по касательной к этой окружности (см. рис. 88).

2. В демонстрации с движением шарика по закругленному желобу можно убедиться, что шарик при сходе с желоба продолжает движение по касательной.

3. С другой стороны, любое изменение скорости указывает на наличие ускорения. При равномерном движении по окружности это ускорение отвечает за быстроту изменения направления скорости.

– Как определить направление этого ускорения в равномерном движении по окружности?

Ясно, что оно не может совпадать по направлению со скоростью или быть направленным встречно, ибо это привело бы к изменению величины скорости.

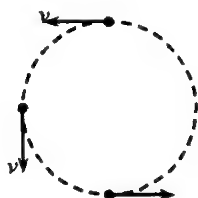


Рис. 88

При данном типе движения ускорение в любой точке направлено к центру окружности (см. рис. 89).

Данное ускорение называют ***центростремительным*** ускорением. В любой точке траектории угол между скоростью и ускорением равен 90°.

Центростремительное ускорение определяется по формуле:

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

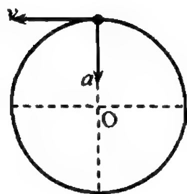


Рис. 89

Эту формулу на уроке выводить не стоит, так как вывод достаточно сложный.

– Итак, от каких величин зависит центростремительное ускорение? (*От скорости движения и радиуса окружности.*)
– Два тела движутся с одинаковыми скоростями по окружностям. У какого тела центростремительное ускорение больше: у того, что движется по окружности с большим радиусом, или у того, которое движется по окружности с меньшим радиусом?

III. Решение задач

Если на уроке остается время, желательно у доски разобрать одну-две задачи по изученному материалу.

Задача 1

Определить центростремительное ускорение тела, которое движется по окружности радиуса 20 см со скоростью 10 м/с.

Дано:	Решение:
$R = 20$ см	$R = 0{,}2$ м.
$v = 10$ м/с	$a = \frac{v^2}{R}, a = \frac{v^2}{R} = \frac{(10\text{м/с})^2}{0{,}2\text{м}} = 500\text{м/с}.$
$a = ?$	

(*Ответ:* $a = 500$ м/с.)

Домашнее задание

1. § 5 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 27–30.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 169.

Урок 7. Период и частота обращения. Решение задач

Цели: ввести и изучить новые характеристики вращательного движения тела.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Урок можно начать с краткого опроса по теме предыдущего урока:

- Как меняется величина и направление скорости тела в равномерном движении по окружности?
- Что характеризует центростремительное ускорение?
- От каких величин зависит центростремительное ускорение?
- Какие точки поверхности Земли движутся с большим центростремительным ускорением: точки экватора или точки на широте 45°?
- Как меняется центростремительное ускорение, если при постоянной скорости уменьшается радиус окружности?

Во время опроса двое учеников выписывают на доске решения домашних задач. Затем решения коллективно обсуждаются, исправляются ошибки.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Период вращения при движении по окружности.
2. Частота обращения при движении по окружности.

1. Переходя к изложению нового материала, нужно отметить, что он – логическое продолжение изученного на прошлом уроке.

Любое периодическое движение, а равномерное движение тела по окружности таким и является, характеризуется периодом и частотой вращения.

Время, в течение которого совершается один полный оборот, называется периодом обращения.

В физике период обозначается буквой T. Если за время t тело совершает 4 оборота, то время одного оборота будет равно: $T = t / 4$.

Пусть $t = 10$ с, тогда $T = t / 4 = 2{,}5$ с.

Таким образом:

$$T = \frac{t}{n},$$

где t – время, n – число полных оборотов за время t.

В системе СИ период измеряется в секундах.

$$T = [\text{с}].$$

2. Очень часто движение по окружности характеризуют частотой обращения. Она обозначается буквой ν (ν – ню).

Под частотой обращения ν понимают число оборотов за единицу времени. Пусть тело за время $t = 2$ с совершило $n = 10$ оборотов. Тогда частота обращения будет равна:

$$\nu = \frac{n}{t} = 5\frac{\text{об}}{\text{с}} = 5\text{с}^{-1}.$$

Очень легко найти связь между периодом и частотой:

$$T = \frac{1}{\nu},$$

или:

$$\nu = \frac{1}{T}.$$

Формально, частота ν – величина, обратная периоду T.

При равномерном движении тела по окружности период или частоту можно найти и из иных соображений. Если тело движется по окружности радиуса R со скоростью v, то период обращения можно найти из условия:

$$t = T = \frac{s}{v}.$$

где s – длина окружности, $s = 2\pi R$. Тогда:

$$T = \frac{s}{v} = \frac{2\pi R}{v}.$$

III. Решение задач

Последнюю часть урока желательно посвятить решению задач.

Задача 1

Тело движется со скоростью 2 м/с по окружности радиуса 1 м. Определить период и частоту обращения. Чему равно центростремительное ускорение?

Дано:	Решение:
$v = 2$ м/с $R = 1$ м	Так как $T = \frac{2\pi R}{v}$, то $T = \frac{2\cdot 3{,}14\cdot 1\text{м}}{2\text{м/с}} = 3{,}14$ с.
$T = ?$ $\nu = ?$ $a = ?$	$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{3{,}14} = 0{,}32\text{с}^{-1}$; $a = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\text{м/с})^2}{1\text{м}} = 4\text{ м/с}^2$.

(*Ответ:* $T = 3{,}14$ с, $\nu = 0{,}32$ с$^{-1}$, $a = 4$ м/с^2.)

Задача 2

Точильный круг за $t = 1$ мин совершает 1800 оборотов. Найти период и частоту обращения.

Дано:	Решение:
$n = 1800$ об $t = 1$ мин	Так как $T = \frac{t}{n}$, то $T = \frac{t}{n} = \frac{60\text{с}}{1800} = \frac{1}{30}$ с.
$T = ?$ $\nu = ?$	$\nu = \frac{1}{T} = 30$ об/с.

(*Ответ:* $T = 1/30$ с, $\nu = 30$ с$^{-1}$.)

Домашнее задание

1. § 6 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 32–35.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 170.

Урок 8. Лабораторная работа № 2 «Изучение движения конического маятника»

Цели: практическое изучение равномерного движения по окружности.

Оборудование: штатив с муфтой и кольцом, шарик, нить, часы (или секундомер), лист бумаги с начерченной на нем окружностью радиусом $R = 8$ см.

Ход урока

I. Выполнение лабораторной работы

Для конического маятника характерно движение по окружности в горизонтальной плоскости с заданной скоростью.

Перед началом работы нужно заметить, что наибольшая точность будет достигаться, если очень аккуратно задать движение груза по окружности заданного радиуса R.

Можно предложить выполнить два эксперимента. Первый для $N = 30$ об, второй для $N = 40$ об. А затем, рассчитав величины T, ν, v и a по двум опытам, сравнить их и сделать выводы.

На доске можно записать основные соотношения, определяющие неизвестные величины:

$T = \frac{t}{N}$, где t – время совершения N оборотов, N – число оборотов,

$\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}$ – частота обращения,

$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi RN}{t}$ – скорость груза,

$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 RN^2}{t^2}$ – центростремительное ускорение.

Важно напомнить ученикам, что все расчеты неизвестных величин нужно проводить в тетради, а полученные значения затем заносить в таблицу.

В таблицу заносятся результаты по обоим проведенным опытам.

Итог выполненной работы нужно отметить в коротком выводе по работе.

Естественно, значения T, ν, v и a в опытах с различным значением N будут разными. Нужно подумать, почему это произошло, ведь при этом длина нити l и радиус окружности были неизменными.

Домашнее задание

1. Повторить материал по изученной теме.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 161, 163, 167.

Урок 9. Контрольная работа № 1 «Кинематика»*

Цели: оценить знания, умения и навыки учащихся по изученной теме.

Уровень 1

Вариант I

1. Плот плывет по течению реки. Каково его движение относительно воды? берега реки?
2. Шарик скатывается с наклонного желоба за 3 с. Является ли движение шарика по желобу равномерным? Какова средняя скорость движения шарика по желобу длиной 45 см.
3. Ускорение тела равно 2 м/с^2. На сколько изменится скорость этого тела за 1 с?

Вариант II

1. Какие движения являются равномерными, а какие – неравномерными: а) движение самолета при взлете, б) спуск на эскалаторе метрополитена, в) движение поезда при приближении к станции?
2. Автобус за первые 1,5 ч движения проехал путь 60 км, а за следующие 0,5 ч – 80 км. Какова средняя скорость автобуса на всем пути?
3. Ускорение тела равно –5 м/с^2. Как это понимать? Объясните.

Уровень 2

Вариант I

1. В каком случае выпавший из окна вагона предмет упадет на землю раньше: когда вагон стоит на месте или когда он движется?
2. Автобус отъезжает от остановки с ускорением 2 м/с^2. Какой путь он пройдет за 5 с?
3. Вентилятор вращается с постоянной скоростью и за одну минуту совершает 1200 оборотов. Определите частоту вращения вентилятора и период обращения.

Вариант II

1. Может ли человек, находясь на движущемся эскалаторе, быть в состоянии покоя относительно земли?
2. При взлете самолет должен набрать скорость 180 км/ч. На каком расстоянии от места старта на взлетной дорожке самолет достиг-

---

* Все контрольные работы, предлагаемые в данном пособии, предложены в двух вариантах четырех уровней сложности. Варианты контрольных работ первого уровня сложности можно предлагать учащимся, у которых пропущено много уроков, есть определенные проблемы при изучении физики. Второй уровень предназначен для средне успевающих учащихся. Третий уровень вариантов предназначен для хорошо успевающих учащихся, умеющих применять свои знания в стандартных ситуациях. Четвертый уровень требует от учащихся более глубоких знаний, умения проявлять творческие способности.

нет этого значения скорости, если его ускорение постоянно и равно 2,5 м/с^2?

3. Велосипедное колесо за две минуты совершает 120 оборотов. Определите частоту вращения колеса и период обращения.

Уровень 3

Вариант I

1. На рис. 90 изображены два графика зависимости скорости от времени. Определите: а) вид движения тел; б) ускорения движения тел; в) через сколько секунд после начала движения скорости тел будут одинаковыми.

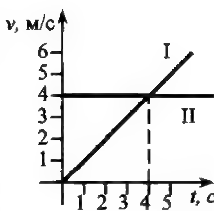


Рис. 90

2. Со станции вышел товарный поезд, идущий со скоростью 36 км/ч. Через 0,5 ч в том же направлении отправился скорый поезд, скорость которого 72 км/ч. Через какое время после выхода товарного поезда его нагонит скорый поезд?
3. Уклон длиной 100 м лыжник прошел за 20 с, двигаясь с ускорением 0,3 м/с^2. Какова скорость лыжника в начале и в конце уклона?
4. Велосипедист ехал со скоростью 25,2 км/ч. Сколько оборотов совершило колесо диаметром 70 см за 10 мин?

Вариант II

1. По рис. 91 определите вид движения, соответствующий участкам графика *АВ* и *ВС*. Чему равно ускорение тела на каждом из участков? Какова скорость тела в начале и в конце движения?

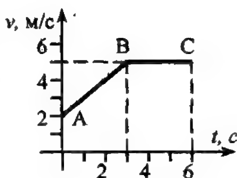


Рис. 91

2. Две вагонетки катятся навстречу друг другу со скоростями 0,5 м/с и 0,4 м/с. Через какое время вагонетки столкнутся, если первоначальное расстояние между ними 135 м?
3. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?
4. Пуля, вылетевшая из ствола автомата Калашникова, обладает скоростью 715 м/с и вращается вокруг оси, совпадающей с направлением движения, с частотой 3000 об/с. Считая скорость постоянной, определите число оборотов, совершенных пулей на пути 5 м.

Уровень 4

Вариант I

1. По графику проекции ускорения (рис. 92) построить график скорости, если начальная скорость равна 2 м/с.

2. Может ли скорость тела быть равной нулю в момент, когда его ускорение не равно нулю?
3. Тело, свободно падая с некоторой высоты, последние 200 м пролетело за 4 с. Сколько времени падает тело? Чему равна начальная высота?
4. Для точек земной поверхности иа широте 45° определите скорость и центростремительное ускорение, испытываемое ими вследствие суточного вращения Земли. Радиус Земли считайте равным 6370 км.

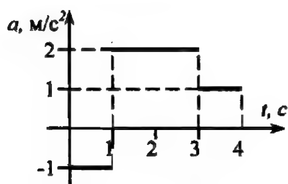


Рис. 92

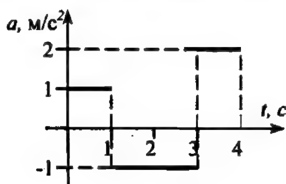


Рис. 93

Вариант II

1. По графику проекции ускорения (рис. 93) построить график скорости, если начальная скорость равна 1 м/с.
2. Докажите, что скорость равноускоренного движения в середине произвольного интервала времени равна полусумме начальной и конечной скорости на этом интервале времени.
3. Двигаясь равноускоренно, тело проходит за 5 с путь 30 см, а за следующие 5 с – расстояние 80 см. Определите начальную скорость и ускорение тела.
4. Для точек земной поверхности на широте 60° определите скорость и центростремительное ускорение, испытываемое ими вследствие суточного вращения Земли. Радиус Земли считайте равным 6370 км.

Домашнее задание

1. Кроссворд (учебник, с. 18).
2. Один ученик (по желанию) готовит к следующему уроку доклад о жизни И. Ньютона и его вкладе в развитие механики.

Вариант урока 9. Блицтурнир

Цели: научить формулировать четкие ответы на качественные задачи, уметь пользоваться формулами; развивать навыки чтения графиков; способствовать воспитанию взаимовыручки в группе.

Ход урока

Класс делится на пять команд. Каждая команда выбирает капитана. Перед каждым заданием капитаны команд вытаскивают, не глядя, карточку с

данием. Далее все члены команды обсуждают решение и оформляют его тетрадях. Один участник защищает эту версию на доске.

Доска разделена на пять частей, таким образом, все пять команд могут работать одновременно.

Первое задание

1. В движущемся вагоне пассажирского поезда на столе лежит книга. В покое или движении находится эта книга относительно:

а) рельсов;

б) стола?

2. Как движется токоприемник, расположенный на крыше вагона электропоезда, относительно:

а) вагона;

б) контактного провода?

3. Автомобиль и комбайн движутся прямолинейно, так что некоторое время расстояние между ними не меняется. Укажите, относительно каких тел они находятся в это время в покое и относительно каких тел движутся?

4. Сидящий на вращающемся «чертовом колесе» видит, что колесо относительно него неподвижно, а деревья и строения движутся. С каким телом в данном случае связана система отсчета?

5. Рассмотрите движение концов минутной и часовой стрелок. Что между этими движениями общего? Чем они отличаются друг от друга?

Второе задание

1. За какое время плывущий по течению реки плот пройдет 15 км, если скорость течения 0,5 м/с?

2. В течение 30 с поезд двигался равномерно со скоростью 72 км/ч. Какой путь он прошел за это время?

3. За какое время пройдет автомобиль «Жигули» путь 2 км, если его скорость 60 м/с?

4. Страус бежит со скоростью 22 м/с. Какой путь он пробежал за 1 мин?

5. Черепаха проползла 5 м. Как долго длилось ее путешествие, если ее скорость 0,1 м/с?

Третье задание

Каждой команде выдается оборудование: трубка, заполненная подкрашенной водой и закрытая с обоих концов, линейка, секундомер.

Задание: определить скорость движения пузырька по трубке.

Четвертое задание

По графику скорости определить скорость, тела в конце 4 с. Записать уравнение зависимости скорости от времени.

Пятое задание

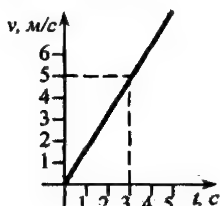
1. Поезд через 10 с после начала движения приобретает скорость 0,6 м/с. Через сколько времени от начала движения скорость поезда станет равна 3 м/с?

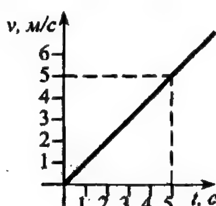
2. Велосипедист движется под уклон с ускорением $3\ м/с^2$. Какую скорость приобретает велосипедист через 20 с, если его начальная скорость равна 4 м/с?

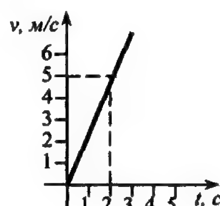
3.За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0{,}4\ м/с^2$, увеличит свою скорость с скорость 12 м/с до 20 м/с?

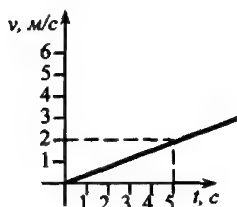
4. За какое время автомобиль двигаясь из состояния покоя с ускорением $0{,}6\ м/с^2$, пройдет 30 м?

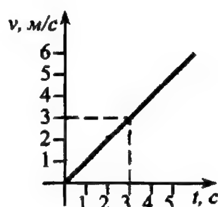
5. При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скорость 72 км/ч, остановился через 5 с. Найдите тормозной путь.





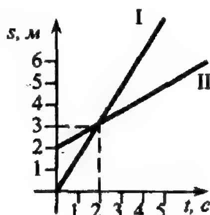


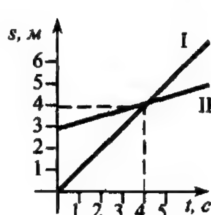


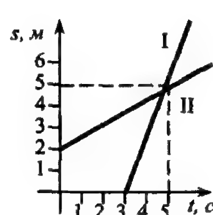


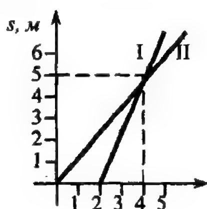
Шестое задание

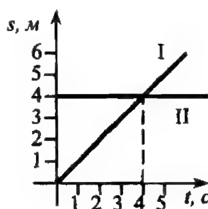
По графикам I и II путей двух равномерно движущихся тел определить скорость каждого тела. У какого тела скорость больше? Ответ обосновать. Записать уравнение зависимости координаты от времени.











Итог урока

Проводится анализ работы команд, выставляются оценки.

Глава II
Динамика

Урок 10. Первый закон Ньютона

Цели: знакомство с новым разделом механики – динамикой; изучение содержания Первого закона Ньютона.

Демонстрации: движение шара по гладкой горизонтальной опоре; взаимодействие тел с опорами и подвесами.

Ход урока

I. Анализ итогов тестирования и самостоятельной работы

Перед началом изучения нового материала следует коротко подвести итоги уже изученного материала. Остановившись на контрольной работе, можно проанализировать наиболее типичные ошибки, а также выяснить причины их возникновения.

Далее можно остановиться на кроссворде учебника (с. 18). Обычно ученики успешно справляются с подобными заданиями.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Динамика как раздел механики.
> 2. Демонстрация опытов по взаимодействию тел.
> 3. Первый закон Ньютона.
> 4. Область применения законов Ньютона.
> 5. Доклад о роли И. Ньютона в развитии механики.

1. Прежде всего важно подчеркнуть, что новый раздел механики – динамика – есть логическое продолжение кинематики. Динамика как наука была сформирована и построена в рамках классической физики великим английским ученым И. Ньютоном. При этом Ньютон явился последователем таких ученых, как Галилео Галилей, Коперник и других, которые построили основы науки, развитые и систематизированные Ньютоном.

2. Далее учитель задает вопрос классу:

– Что же изучает динамика, кто может сформулировать? (Ответы учащихся.)

Динамика изучает причины, которыми обусловлено движение.

Учитель демонстрирует различные виды движения тел: движение шара по гладкой опоре (горизонтальной и наклонной); столкновение шаров; движение тела на подвесе и так далее.

Ранее, в 7-ом классе, было сказано, что мерой взаимодействия тел являются возникающие при этом силы. Так как абсолютно изолированных тел в природе нет, то в природе всегда можно обнаружить различные силы.

– Какие силы действуют на тела в показанных опытах? (Ответы учеников.)

– Как двигаются тела под действием названных сил?

На примере движения шара по гладкой поверхности стола (рис. 94) можно заметить, что его скорость заметно не меняется. При этом на шар действуют две заметные по величине вертикальные силы: сила тяжести (mg) и сила реакции опоры (N), а также одна малозаметная по величине горизонтальная сила – сила трения.

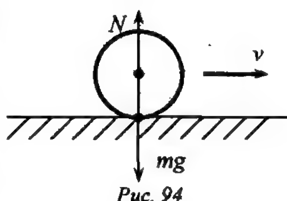


Рис. 94

Две вертикальные силы – mg и N себя уравновешивают. Говорят, что эти силы ***скомпенсированы***. Так как сила трения мала, то скорость шара практически не меняется.

Если бы сила трения строго равнялась нулю, шар сколь угодно двигался бы прямолинейно и равномерно.

Другой пример. Рассмотрим шарик, который висит на жесткой нити (рис. 95). На него действуют две вертикальные силы: сила тяжести mg и сила натяжения T. Силы mg и T скомпенсированы, в результате чего шар по отношению к опоре неподвижен. В противном случае шар бы перемещался по направлению действия большей силы.

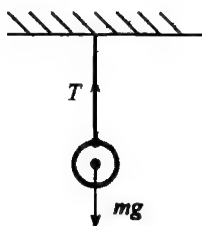


Рис. 95

3. В результате многолетних исследований И. Ньютон создал фундаментальный труд «Математические начала натуральной философии». Эта книга и определила основные понятия механики: масса, сила, ускорение. Наиболее важным содержанием труда явились аксиомы, или законы движения. Эти формулировки получили названия законов Ньютона.

Первый закон механики Ньютон сформулировал в виде:

Любое тело, до тех пор пока оно остается изолированным, сохраняет свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Под ***изолированным*** телом понимают любую материальную точку, бесконечно удаленную от других материальных объектов.

Важно понять, что в природе нет абсолютно изолированных тел. Мы всегда упрощаем рассматриваемый процесс. В то же время, если силы, действующие на тело, скомпенсированы, результирующая сила равна нулю, и движение тела описывается первым законом Ньютона. В этом случае тело либо покоится, либо двигается прямолинейно и равномерно.

4. Особенным для законов Ньютона, в том числе и для первого, является то, что они выполняются не во всех системах отсчета, а лишь в одном виде систем отсчета, которые называются ***инерциальными***.

Если связать систему координат с Солнцем, а оси выставить на удаленные звезды, то такая система будет инерциальной, и скорость изолированного тела относительно осей такой системы будет постоянной.

Если систему отсчета построить, связав начало координат с Землей, то она, строго говоря, инерциальной не будет из-за вращения Земли относи-

тельно своей оси. Но так как скорость вращения Земли относительно своей оси мала, то во многих случаях такую систему отсчета также можно назвать инерциальной: в рамках физики малых скоростей погрешности такой системы отсчета малозаметны, и ими можно пренебречь.

5. Далее можно заслушать доклад одного из учеников о жизни И. Ньютона и его роли в развитии физики.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно предложить ряд качественных задач по изученной теме, например:

1. Может ли шайба, брошенная хоккеистом, двигаться равномерно по льду?
2. Назовите тела, действие которых компенсируется в следующих случаях: а) айсберг плывет в океане; б) камень лежит на дне ручья; в) подводная лодка равномерно и прямолинейно дрейфует в толще воды; г) аэростат удерживается у земли канатами.
3. При каком условии пароход, плывущий против течения, будет иметь постоянную скорость?

Можно предложить и ряд чуть более сложных задач на понятие инерциальной системы отсчета:

1. Система отсчета жестко связана с лифтом. В каких из приведенных ниже случаев систему отсчета можно считать инерциальной? Лифт: а) свободно падает; б) движется равномерно вверх; в) движется ускоренно вверх; г) движется замедленно вверх; д) движется равномерно вниз.
2. Может ли тело в одно и то же время в одной системе отсчета сохранять свою скорость, а в другой – изменять? Приведите примеры, подтверждающие ваш ответ.
3. Строго говоря, связанная с Землей система отсчета не является инерциальной. Обусловлено ли это: а) тяготением Земли; б) вращением Земли вокруг своей оси; в) движением Земли вокруг Солнца?

Домашнее задание

1. § 7 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 37–40.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 195, 196, 197.

Урок 11. Второй закон Ньютона

Цели: изучить физическое содержание Второго закона Ньютона – основного закона динамики.

Демонстрации: взаимодействие магнитной стрелки компаса с постоянным магнитом; взаимодействне бруска и сжатой пружины.

Ход урока

вторение. Проверка домашнего задания

ри повторении изученного материала особое внимание необходимо ить глубокому пониманию содержания первого закона Ньютона. Для о, конечно, недостаточно формально пересказать содержание материа- чебника.

удет лучше, если повторение домашнего задания будет разбито на два а. На первом этапе два ученика могут ответить на вопросы к § 7. При м нужно акцентировать внимание на правильном понимании реальных лированных систем и их идеальных моделях. Точно такой же подход жен быть и в понимании инерциальных систем отсчета.

На втором этапе можно предложить ученикам ответить на ряд вопросов теме, например:

- Может ли автомобиль двигаться по горизонтальному шоссе равномерно с выключенным двигателем?
- Парашютист равномерно спускается на землю. Действие каких сил скомпенсировано?
- Воздушный шарик, заполненный водородом, поднимается вверх. Какие силы действуют на шарик? Скомпенсированы ли они?

Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Взаимодействие тел. Демонстрация опытов.
2. Сила как мера взаимодействия тел.
3. Второй закон Ньютона.
4. Расчет ускорения.

1. Переходя к изложению нового материала, следует обратить внимание, что в реальном мире, который нас окружает, практически не встречатся изолированных тел. Следовательно, обычно тела взаимодействуют с ругими, и не всегда при этом действие сил скомпенсировано.

Ранее было отмечено, что в качестве инерциальной системы отсчета ожно выбирать систему, связанную с Землей. В этом случае первый закон ьютона выполняется, если действие сил скомпенсировано.

Если рассмотреть на опыте поведение магнитной стрелки, то она выставляется определенным образом по магнитному полю Земли. Стоит тольо к компасу поднести постоянный магнит, как стрелка начинает менять вое положение. Значит, при этом появляется нескомпенсированная сила, ыводящая стрелку из состояния покоя.

Если прикрепить брусок к сжатой пружине, а затем отпустить (см. рис. 96), то брусок начнет двигаться по направлению силы упругости пружины.

2. Таким образом, говоря об изменении скорости тела, мы всегда подразумеваем обязательное взаимодействие тел, причем силы в этом случае нескомпенсированы.

Мерой взаимодействия тел между собой является векторная величина, которая называется силой (F).

Основной единицей силы в системе СИ является ньютон (Н).

$$F = [\text{Н}].$$

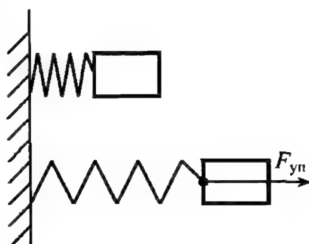


Рис. 96

Если к телу сила не приложена, то тело не изменяет своего положения. Если тело до момента, когда $F = 0$, двигалось прямолинейно и равномерно, то в любой инерциальной системе отсчета такой тип движения сохранится.

В случае, когда $F \neq 0$, тело начинает двигаться ускоренно. Так как масса тела m – мера инертности, то, наверное, значение ускорения должно зависеть и от массы m, и от величины силы F.

3. Ньютон установил связь между массой, силой и ускорением.

Это соотношение является Вторым законом Ньютона, его еще называют основным законом динамики:

Произведение массы тела на его ускорение равно силе, с которой на него действуют окружающие тела.

$$F = m \cdot a.$$

Это – основное уравнение динамики поступательного движения.

Обычно к телу приложено несколько сил, и поэтому под силой F понимают ***равнодействующую*** всех сил, приложенных к телу.

Если $F_р = 0$, то тело покоится или движется прямолинейно и равномерно.

Если $F_р \neq 0$, то тело всегда движется с ускорением.

4. Ускорение a всегда совпадает с направлением равнодействующей силы. Из второго закона Ньютона легко вывести:

$$a = \frac{F}{m}.$$

Отсюда:

а) ускорение тела прямо пропорционально силе, приложенной к телу;

б) ускорение тела обратно пропорционально массе тела. Вспомним, что сила в СИ измеряется в Ньютонах. Один Ньютон – это сила, под действием которой телу массой 1 кг, сообщается ускорение в 1 м/с^2.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала учитель может провести краткий опрос по изученной теме:

– От чего зависит ускорение тела?
– Как движется тело, когда векторная сумма действующих на него сил равна нулю?
– Под действием какой силы тело массой 1 кг приобретает ускорение 1 м/с^2?
– Какая сила сообщает телу массой 5 кг ускорение 4 м/с^2?

Для коллективного обсуждения учитель может предложить и пару более сложных задач:

1. Может ли равнодействующая трех равных по модулю сил, приложенных к одной точке, быть равной нулю?
2. При каком условии тело движется с постоянным ускорением?

Домашнее задание

1. § 8 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 41–44.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 219, 226.

Урок 12. Третий закон Ньютона

Цели: формирование целостного представления об основах динамики.

Демонстрации: опыт с тележками, соединенными пружиной; упругое соударение шаров.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного материала должно не только выявить уровень знаний учеников, но и более глубоко закрепить полученные знания. Поэтому при проверке домашнего задания следует уделять особое внимание физическому смыслу рассматриваемых процессов. Когда формулируется, например, второй закон Ньютона, недостаточно, чтобы учащийся лишь записал формулу:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}.$$

Ученик должен понимать, что в этой формуле является причиной, а что – следствием. Ясно, что причиной возникновения ускорения является нескомпенсированная сила.

При решении задачи 44 (учебник, «Задачи и упражнения») нужно не только использовать известные формулы для получения результата, но и понимать суть взаимодействия земли и тела. Понимать, что одна сила, приложенная к телу, всегда вызывает ускоренное движение. Таким образом, проверку знаний можно выполнить, проверяя качество решения задач и отвечая на основные вопросы в конце изученного параграфа.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Демонстрации опытов по взаимодействию двух тел.
2. Третий закон Ньютона.
3. Вес тела и сила реакции опоры.
4. Упругое столкновение шаров.

1. Начиная рассмотрение нового материала, следует обратить внимание учеников на то, что первые два закона Ньютона, конечно, объясняют поведение тел во многих ситуациях, но как выглядит взаимодействие двух тел между собой?

Учитель демонстрирует движение двух одинаковых тележек, соединенных пружиной (рис. 97).

Можно пронаблюдать взаимодействие двух тележек, на одной из которых закреплен магнит, а на другой – кусок железа. При взаимодействии каждая тележка совершенно одинаково растянет пружину динамометра, к которой будет присоединена.

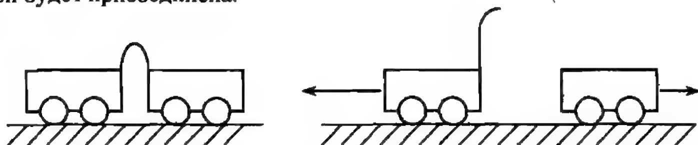


Рис. 97

2. Рассмотрим силы, действующие на тележки.

– Как соотносятся эти силы?

– Как они приложены к телам?

Пусть два тела, A и B, притягиваются друг к другу с силами F_A и F_B.

Очевидно, что сила, с которой магнит притягивает к себе кусок железа, равна силе, с которой кусок железа притягивает к себе магнит.

$$F_1 = F_2 .$$

Силы, с которыми взаимодействуют любые два тела, всегда равны по величине и противоположны по направлению.

Это и есть Третий закон Ньютона.

3. Из третьего закона Ньютона вытекает, что вес тела P совпадает по величине с силой, которая действует со стороны опоры на тело. Эта сила N называется силой реакции опоры.

$$P = N .$$

Очевидно, что в зависимости от угла наклона, характера движения системы вес тела P, а значит и сила реакции опоры N может заметно отличаться от величины силы тяжести $F = mg$.

Справедливость формулы $P = N$ легко проверить в опыте с двумя динамометрами. Независимо от типа движения этих приборов в разные стороны, они будут показывать одинаковые силы.

3. Очень важно понять, что силы, с которыми взаимодействуют два тела, никогда себя не уравновешивают, ибо они приложены к ***разным*** телам. То, что при взаимодействии двух тел возникающие силы себя не уравновешивают, хорошо продемонстрировать на примере соударения двух шаров (рис. 98).

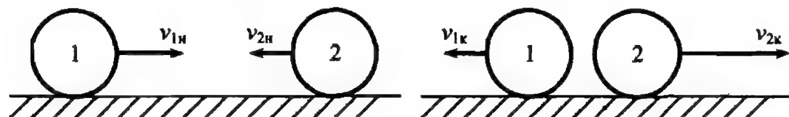


Рис. 98

При ударе первый шар действует на второй с силой F_{12}, и она приложе[на] второму шару. А второй шар действует на первый с силой F_{21}, кото[рая] приложена к первому шару.

Именно это и позволяет шарам при ударе изменять свои скорости, так [как] при этом шары начинают двигаться равноускоренно, так как

$$a_1 = \frac{F_{21}}{m_1}, \qquad a_2 = \frac{F_{12}}{m_2}.$$

Поэтому $v_{1н} \neq v_{1к}$, а $v_{2н} \neq v_{2к}$.

Подводя итог урока, следует напомнить ученикам, что именно три зако[н]а Ньютона и составляют основу динамики, хотя, конечно, есть и другие [в]ажные законы механики, о которых будет сказано позже.

[I]II. Закрепление изученного

В конце урока желательно провести краткий опрос-беседу по материа[л]у, изученному на последних уроках:

- Сформулируйте первый закон Ньютона. Второй. Третий.
- Какова область применения законов Ньютона?
- Что такое «изолированное тело»? Существуют ли полностью изолированные тела?
- Что такое «система отсчета»? Какие системы отсчета называют инерциальными?
- Существуют ли в природе идеальные инерциальные системы отсчета? Почему, несмотря на это, на практике мы все-таки используем законы Ньютона?

Можно обсудить вопросы к § 9, предлагаемые в учебнике (с. 28).

Домашнее задание

1. § 9 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 59–61, 63.

Урок 13. Решение задач

Цели: развитие навыков самостоятельной работы; углубление знаний по содержанию законов Ньютона.

Демонстрации: опыт с сосудом на весах – по домашней задаче 63.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного материала следует провести не только по содержанию третьего закона Ньютона, но и по первым двум законам. Это необходимо при решении задач на динамику, и, кроме того, позволяет выстроить целостную взаимосвязь законов Ньютона.

При повторении третьего закона Ньютона учащиеся отвечают на вопросы к § 9 учебника. Также можно разобрать у доски решение задачи 63.

Задача

На весах уравновешен сосуд, наполовину заполненный водой. Нарушится ли равновесие, если в воду осторожно опустить палец, чтобы он не касался дна сосуда и стенок?

Решение: Так как весы уравновешены, то сила тяжести гирь равна силе тяжести стакана и силе давления воды на дно сосуда.

$$m_г g = m_с g + \rho_ж gh \cdot S,$$

S – площадь дна стакана, $m_г$ – масса гирь, $m_с$ – масса стакана.

Так как при погружении пальца высота столба воды увеличится, то увеличится сила давления на дно сосуда.

$$m_с g + \rho_ж gh_1 \cdot S > m_г g.$$

Это можно очень просто проверить на опыте, если заранее подготовить оборудование. Любой ученик наглядно убедится в верности предложенного решения.

Далее можно коротко остановиться на I и II законах Ньютона, после чего – перейти к решению задач.

II. Решение задач

Для самостоятельного решения можно предложить следующие задачи:

Задача 1

Тело движется по прямой со скоростью 10 м/с. Чему равна скорость этого тела в системе отсчета, которая движется навстречу прямолинейно и равномерно со скоростью 15 м/с. Будет ли система отсчета, связанная со вторым телом, инерциальной?

(*Ответ:* $v_1 = 25$ м/с, будет.)

Задача 2

К телу массой 2 кг приложена горизонтальная сила, которая вызывает ускорение 4 м/с^2. Чему равно значение этой силы?

(*Ответ:* $F = 8$ Н.)

Задача 3

К телу массой 4 кг приложены две горизонтальные силы, 10 Н и 30 Н, направленные в противоположные стороны. Куда и с каким ускорением будет двигаться тело?

(*Ответ:* $a = 4$ м/с^2.)

Задача 4

Почему нельзя поднять себя сидящим на стуле, даже прикладывая силу большую, чем сила тяжести системы «стул-человек»?

(*Ответ:* По III закону Ньютона сила будет уравновешена весом системы.)

Задача 5

При столкновении двух шаров массами 1 кг и 10 кг возникают силы взаимодействия одного шара на другой. На какой из шаров действует большая сила?

(*Ответ:* Одинаковы.)

Задачи, решение которых у большинства вызовет затруднение, можно разобрать у доски.

Желающим можно предложить для решения более сложные задачи:

Задача 6

Шарик массой 500 г скатывается с наклонной плоскости длиной 80 см, имея начальную скорость 2 м/с. Определите, какую скорость имел шарик в конце наклонной плоскости, если равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна 10 Н?

Задача 7

Через неподвижный блок перекинута веревка. На одном конце веревки, держась руками, висит человек, а на другом – груз. Вес груза равен весу человека. Что произойдет, если человек будет на руках подтягиваться вверх по веревке?

Домашнее задание

1. Повторить § 7–9.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 62, 64.

Урок 14. Лабораторная работа № 3 «Измерение силы трения скольжения»

Цели: отработка практических навыков при работе с физическим оборудованием.

Ход урока

I. Природа трения. Виды трения

Так как в курсе физики 8-го класса подробного изучения сил различной природы нет, то перед началом работы есть смысл коротко пояснить природу силы трения.

Сила, которая возникает при движении одного тела по поверхности другого, называется ***силой трения***.

Сила трения направлена в сторону, противоположную направлению движения тела вдоль границы, разделяющей поверхности трущихся тел.

Различают силу трения ***скольжения*** и силу трения ***покоя***.

Для того чтобы сдвинуть тело с места, мы должны приложить силу. Пусть эта сила начинает увеличиваться от 0 до какого-то значения силы, при котором тело сдвигается с места. До тех пор, пока приложенная сила меньше $F_{тр.пок.}$, она компенсируется силой трения покоя, и брусок остается неподвижен.

Как только приложенная сила $F = F_{тр.пок.}$, брусок сдвигается и сила трения покоя переходит в силу трения скольжения. Значит $F_{тр.ск} \approx F_{тр.пок.max}$.

Опыты показали, что:

$$F_{тр.ск} = \mu \cdot N,$$

где μ – коэффициент трения скольжения, N – сила реакции опоры.

На горизонтальной опоре N численно равна весу тела P.

Следовательно:

$$\mu = \frac{F_{тр}}{P}.$$

Таким образом, μ зависит от природы трущихся тел и не зависит от массы и площади опоры.

II. Лабораторная работа

Далее, переходя к выполнению лабораторной работы нужно пояснить ученикам, что перемещение бруска при помощи динамометра необходимо производить с постоянной скоростью.

Только в этом случае показания динамометра будут равны $F_{тр.ск}$.

Конечно, любая работа начинается с определения цены деления измерительных приборов. В данной работе цена деления динамометра равна $Ц_F = 0{,}1$ Н.

Сначала можно провести три опыта с пустым бруском, затем последовательно помещая на него два груза.

Ясно, что сила трения будет увеличиваться, а вот рассчитанные значения коэффициента трения скольжения покажут, что он не зависит от массы тела.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3.$$

Очень важно, чтобы, отвечая на вопросы в конце лабораторной работы, ученики дали правильные ответы, исходя из тех результатов, которые они получили, рассчитав $F_{тр}$ и μ.

Обычно в этой работе остается минут 10 и задание работы можно чуть-чуть расширить: так как брусок имеет разные площади граней, можно проверить, зависит ли сила трения скольжения от площади поверхности трущегося тела. Для этого можно перевернуть брусок на другую грань и провести измерения силы трения еще в одном опыте.

Окажется, что: $F_д = F_{д1}$, а $F_{тр} = F_{тр1}$.

После выполнения работы ученики должны обязательно написать выводы по работе, в которых они указывают, как их результаты совпадают с теоретическими положениями, отмечают причины, приводящие к погрешностям, и так далее.

Вариант урока 14. Виды сил. Систематизация знаний

Цели: систематизировать знания; совершенствовать умение решать задачи.

Ход урока

I. Фронтальный опрос и составление обобщающей таблицы

Учащимся задаются вопросы:

– Что называют силой?

– Когда возникают силы?
– Какие силы мы изучили?
– Что общего у этих сил?
– Чем они отличаются друг от друга?
– Какими способами можно определить каждую из сил?
– От чего зависит сила тяжести? упругости? трения?
– Какова основная единица силы в системе СИ?

Одновременно с опросом-беседой учитель заполняет таблицу на доске, ученики – в тетрадях:

Характеристика	**Виды сил**		
	сила тяжести	**сила упругости**	**сила трения**
Характер взаимодействия тел	и на расстоянии, и при соприкосновении	при соприкосновении	при соприкосновении
Зависимость от относительной скорости	не зависит	не зависит	зависит
Направление действия	через центр масс, по отвесу вертикально вниз	перпендикулярно поверхности соприкосновения тел, противоположно внешней силе	вдоль поверхности соприкосновения, противоположно направлению относительной скорости
Закон (математическое выражение)	$F_т = mg$	$F_{упр} = kx$	$F_{тр} = \mu N$
Прибор для измерения – ДИНАМОМЕТР			
Единица измерения – НЬЮТОН			

II. Экспериментальные задачи

Класс разбивается на группы по 2–4 человека, на решение задачи отводится не более 10 минут. Каждой группе дается одно задание.

1. С помощью динамометра и масштабной линейки определите удлинение данного резинового шнура под действием силы 1, 2, 3, 4 Н. Сделайте вывод.
2. Имеются флакон (пузырек), вода и динамометр. Определите объем этого флакона.
3. С помощью динамометра измерьте силу трения при движении данного бруска по столу. Изобразите силы графически.

III. Качественные задачи

Задачи решаются фронтально.

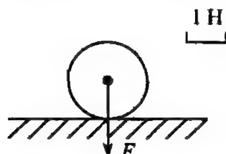
4. Если плотно прижать ружье к плечу, то скорость движения ружья при отдаче уменьшится. Почему?
5. Что легче: сдвинуть с места тело или продолжать двигать его по горизонтальной поверхности? Почему?
6. Куда лучше положить тяжелый груз, если его перевозит машина с прицепом?

7. Почему при шлифовке соприкасающихся деталей сила трения сначала уменьшается, а затем опять увеличивается?
8. Объясните пословицу «Коси, коса, пока роса, роса долой – и мы домой».
9. В какой известной с детства сказке говорится о сложении сил, действующих по одной прямой? (*Сказка про Репку*)

IV. Расчетные задачи

Задачи решаются в парах и затем взаимно проверяются. Задачи могут быть также разбиты на варианты или на уровни.

10. Масса чугунного столба 200 кг. Вычислите силу тяжести, действующую на столб. Изобразите графически силу тяжести и вес столба (масштаб 1000 Н : 1 см).
11. Измерьте с помощью масштаба силу, действующую на шар (см. рисунок).



12. Три силы направлены по одной прямой: влево 16 Н и 2 Н, вправо 20 Н. Найдите модуль равнодействующей этих сил и ее направление.
13. Какая максимальная сила возникает при столкновении двух вагонов, если буферные пружины сжались на 4 см? Жесткость пружин 8000 Н/м.
14. Определите жесткость пружины динамометра, если под действием силы 80 Н она удлинилась на 5 см.
15. Хоккеист массой 65 кг равномерно движется по льду на коньках. Коэффициент трения 0,02. Определите силу трения коньков о лед.
16. При равномерном движении по столу деревянной дощечки с гирей массой 2 кг динамометр показывает силу 9 Н. Определите коэффициент трения дощечки по столу.

V. Подведение итогов

Задачи, упражнения по теме

1. Почему, говоря о движении тела, обязательно указывают, относительно каких тел оно происходит?

2. Можно ли на опыте наблюдать идеальное равномерное движение? Ответ поясните.

3. Объясните, что такое большая или малая скорость движения тела.

4. Приведите примеры механического движения. Что такое механическое движение?

5. Что такое инерция? Ответ поясните.

6. Когда тела изменяют свою скорость? Приведите примеры.

7. Что является причиной изменения скорости движения тел? Приведите конкретные примеры.

8. Какие физические величины вам известны? Для чего нужно вводить физические величины?

9. Будет ли двигаться тело, если на него не действуют другие тела? Ответ поясните.

10. Как движется тело, если на него не действуют другие тела?

11. Для чего введена такая физическая величина, как сила? Дайте обоснованный ответ.

12. Приведите примеры различных сил и укажите, чем они отличаются друг от друга.

13. Когда можно применять формулу $s = vt$?

14. Почему взаимное притяжение тел называется всемирным тяготением?

15. Как должны взаимодействовать тела, чтобы можно было говорить о силе тяжести, о силе упругости, о силе трения?

16. Как можно объяснить возникновение силы упругости?

17. Как можно объяснить возникновение силы трения?

18. Как проявляются силы трения в природе? Приведите примеры их положительного и отрицательного воздействия.

19. Можно ли считать, что скорость равномерного движения зависит от пройденного пути и времени движения? Ответ поясните.

20. Можно ли считать, что плотность зависит от массы тела и от его объема? Ответ поясните.

21. Если вес тела равен 10 Н, то и сила тяжести, действующая на тело, равна 10 Н. Правильно ли это утверждение? Ответ обоснуйте.

22. Как вы думаете, известна ли плотность всех веществ? Ответ поясните.

23. Как вы понимаете утверждение, что массы тел не всегда можно определить с помощью весов? Ответ обоснуйте.

24. Может ли измениться скорость тела без взаимодействия с другими телами? Приведите примеры.

25. Если поезд движется равномерно с постоянной скоростью, можем ли мы считать его движение движением по инерции? Ответ обоснуйте.

Урок 15. Импульс тела. Решение задач

Цели: ввести новую физическую характеристику – импульс.
Демонстрации: упругое столкновение шаров различной массы.

Ход урока

I. Новый материал

План изложения нового материала:

1. Демонстрация упругого столкновения шаров.
2. Понятие импульса.
3. Импульс силы.

1. В самом начале урока учитель демонстрирует несколько опытов упругого столкновения двух шаров разной массы. Можно продемонстрировать, как начинает двигаться изначально неподвижная тележка, если на нее бросить деревянный или металлический брусок.

– Как описать взаимодействие тел в данных опытах?
– Удобно ли использовать для этого законы Ньютона?

2. Найдем взаимосвязь между действующей силой F, временем ее действия t, и изменением скорости тела.

Пусть на тело массой m, которое покоится, начинает действовать сила F. Тогда из второго закона Ньютона ускорение этого тела будет a. Причем:

$$F = ma,$$

с другой стороны:

$$a = \frac{v}{t}.$$

Значит, подставив в первое выражение значение ускорения, получаем:

$$F = \frac{mv}{t}$$

или:

$$F \cdot t = m \cdot v.$$

Обозначим произведение $m \cdot v$ через p : $p = mv$.

Произведение массы тела на его скорость называется ***импульсом*** тела.

Импульс p – векторная величина. Он всегда совпадает по направлению с вектором скорости тела. Любое тело, которое движется, обладает импульсом.

Как любая физическая величина, импульс измеряется в определенных единиицах:

$$[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

Если тело массой 1 кг движется со скоростью 1 м/с, это значит, что его импульс и равен единице.

Исторически понятие импульса ввел Декарт, правда, величину $p = mv$ он назвал «количеством движения».

3. Получив формулу $F \cdot t = m \cdot v$, и введя понятие «импульс тела», ничего не было сказано о смысле левой части. В то же время ученики часто спрашивают о смысле левой части равенства. Можно объяснить, что в физике произведение силы на время действия называют ***импульсом силы***. Импульс силы всегда показывает, как изменяется импульс тела за данное время.

Наверное, подобные замечания не приведут к усложнению материала, а, скорее, лучше прояснят суть вопроса.

II. Решение задач

Оставшееся на уроке время лучше посвятить решению задач. Это позволит лучше усвоить не только понятие импульса тела, но и развить навыки практической деятельности.

...дну-две первые задачи желательно коллективно разобрать у доски, ... в дальнейшем учащиеся могли правильно подходить к решению по...ых задач при самостоятельной работе.

...ча 1

Поливочная машина с водой имеет массу 6 т и движется со скоростью ...м/ч. После работы масса машины стала 3 т. Сравнить импульсы маши..., если она возвращается в гараж со скоростью 54 км/ч.

Дано:	**Решение:**
$v_1 = 36$ км/ч	$v_1 = \frac{36 \cdot 1000\ \text{м}}{3600\ \text{с}} = 10\frac{\text{м}}{\text{с}}$; $m_1 = 6000$ кг
$m_1 = 6$ т	
$v_1 = 54$ км/ч	$v_2 = \frac{54000\ \text{м}}{3600\ \text{с}} = 15\frac{\text{м}}{\text{с}}$; $m_2 = 3000$ кг
$m_1 = 3$ т	
$p_1 = ?$	$p_1 = m_1 v_1 = 60000\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $p_2 = m_2 v_2 = 45000\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$
$p_2 = ?$	

(*Ответ:* $p_1 = 60000$ км·м/с; $p_2 = 45000$ км·м/с.)

...дача 2

Тело массой 400 г начинает равноускоренное движение из состояния ...окоя и за время $t = 10$ с проходит путь 200 м. Определить импульс тела в ...онце 10-й секунды.

Дано:	**Решение:**
$m = 400$ г	$m = 0{,}4$ кг
$t = 10$ с	
$s = 200$ м	$p = m \cdot v$; $v = a \cdot t$; $s = \frac{at^2}{2}$; $a = \frac{2s}{t^2}$.
$p = ?$	Таким образом: $v = at = \frac{2s}{t^2} \cdot t = \frac{2s}{t} = \frac{400\text{м}}{10\text{с}} = 40$ м/с.

$$p = m \cdot v = 0{,}4\text{кг} \cdot 40\frac{\text{м}}{\text{с}} = 16\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}.$$

(*Ответ:* $p = 16$ км·м/с.)

Для самостоятельного решения ученикам можно предложить решить четыре следующие задачи:

Задача 1

Импульс шара, который катится по горизонтальной плоскости, равен 20 кг·м/с. Определить скорость шара, если его масса равна 200 г.

(*Ответ:* $v = 100$ м/с.)

Задача 2

Как изменится импульс тела, если его скорость увеличится в 4 раза, а масса уменьшится в два раза?

(*Ответ:* Импульс этого тела увеличится в 2 раза.

Задача 3

Пуля при вылете из ружья приобретает скорость 800 м/с. Определить массу пули, если ее импульс при вылете равен 8 кг·м/с.

(*Ответ:* m = 10 г = 0,01 кг.)

Задача 4

Тело массой 4 кг начинает равноускоренно двигаться под действием силы в 20 Н. Определить скорость тела через 10 с.

(*Ответ:* v = 50 м/с.)

Домашнее задание

1. § 10 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 65–66.

Урок 16. Закон сохранения импульса

Цели: познакомиться с содержанием закона сохранения импульса; определить его место в классе решаемых задач.

Демонстрации: взаимодействие двух одинаковых шаров, подвешенных на нитях.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно провести в виде краткого фронтального опроса по теме, изученной на предыдущем уроке:

- Что такое импульс?
- С направлением какой из перечисленных величин совпадает направление импульса – силы, скорости или ускорения?
- Как находится приобретаемый телом импульс, если известны сила и время ее действия?
- Кто ввел в науку понятие импульса?

При проверке домашнего задания следует обратить особое внимание, что импульс – величина векторная, направление импульса всегда совпадает с направлением скорости.

Задачи, предложенные для домашнего решения, очень простые, и потому их проверять необязательно.

II. Изучение нового материала

> ***План изложения нового материала:***
> 1. Демонстрация опытов по взаимодействию двух шаров.
> 2. Закон сохранения импульса.

1. Перед началом изложения основного материала следует пояснить, что далеко не все задачи в механике можно решить, используя законы Ньютона. К таким задачам можно отнести расчет скорости тела после соударения и расчет текущей скорости тела, у которого меняется масса.

Опыт по взаимодействию двух шаров прекрасно это подтверждает (рис. 99). Ученики наблюдают, что независимо от угла отклонения первого шара при ударе второй шар начинает двигаться примерно до того же угла отклонения, а первый шар после удара останавливается.

2. Для описания подобных взаимодействий существует очень важный закон – закон сохранения импульса. Честь открытия этого закона принадлежит Декарту.

Наиболее просто он формулируется так:

При взаимодействии двух тел их общий импульс остается неизменным

Или:

Сумма импульсов тел до взаимодействия равна сумме импульсов тел после взаимодействия.

Таким образом:

$$mv_1 = mv_2.$$

Мы замечаем, что при ударе импульс второго шара возрастает на столько, на сколько уменьшается импульс первого шара.

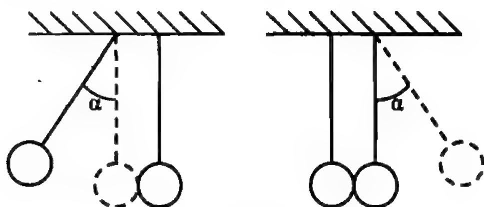


Рис. 99

III. Решение задач

Рассмотрим применение закона сохранения импульса на примере решения двух задач.

Задача 1

На неподвижную тележку массой 100 кг прыгает человек массой 50 кг со скоростью 6 м/с. С какой скоростью начнет двигаться тележка с человеком?

Дано:	**Решение:**
$m_1 = 100$ кг $m_2 = 50$ кг $v_2 = 6$ м/с	По закону сохранения импульса в замкнутой системе: $p_1 = p_2$, где p_1 – импульс тел до взаимодействия; p_2 – импульс тел после взаимодействия.
$v_1 = ?$	$p_1 = m_1v_0 + m_2v_2 = m_2v_2$, так как $v_0 = 0$. $p_2 = (m_1 + m_2)v_1$.

Значит, $m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_1$, откуда: $v_1 = \dfrac{m_2v_2}{m_1 + m_2} = \dfrac{50\text{ кг} \cdot 6\text{ м/с}}{150\text{ кг}} = 2$ м/с .

(*Ответ:* $v_1 = 2$ м/с.)

Задача 2

Два вагона массами 20 т и 30 т движутся навстречу друг другу со скоростями 4 м/с и 8 м/с. При столкновении они приходят в сцепку, а затем движутся как одно целое. Определить их скорость движения после сцепки.

Чтобы понять, как это все происходит, изобразим на чертеже тела до и после взаимодействия (рис. 100).

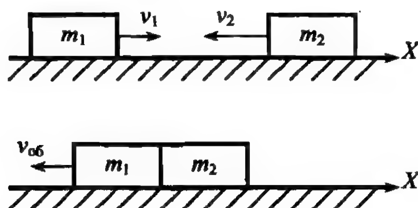


Рис. 100

Дано:	**Решение:**
$m_1 = 20$ т $m_2 = 30$ т $v_1 = 4$ м/с $v_2 = 8$ м/с	Важно учесть, что импульс – векторная величина. Начальный импульс двух вагонов находится как разность их импульсов, так как они направлены противоположно. Тогда: $p_н = m_2v_2 - m_1v_1$; $p_к = (m_1 + m_2)v_{об}$, Откуда: $p_н = p_к$, то есть $m_2v_2 - m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_{об}$.
$v_{об} = ?$	

$$v_{об} = \frac{m_2v_2 - m_1v_1}{m_1 + m_2} = \left(30000 \cdot 8\frac{кг \cdot м}{с} - 80000\frac{кг \cdot м}{с}\right) : 50000кг = 3{,}2 \text{ м/с}.$$

Таким образом, $v_{об}$ направлена как и скорость v_2.
(*Ответ:* $v_{об} = 3{,}2$ м/с.)

Необходимо обратить особое внимание учеников на тот факт, что при решении задач на импульс, сумма импульсов тел берется как ***алгебраическая*** сумма, то есть с учетом направления исходных и конечных импульсов.

Если на уроке остается свободное время, можно предложить учащимся ряд задач для самостоятельного решения, например:

Задача 3

С неподвижной лодки, масса которой вместе с человеком равна 255 кг, бросают на берег весло массой 5 кг с горизонтальной скоростью относительно земли 10 м/с. Какую скорость приобретает лодка?

Задача 4

Какую скорость относительно ракетницы приобретает ракета массой 600 г, если газы массой 15 г вылетают из нее со скоростью 800 м/с.

Желающим можно предложить для решения и более сложную задачу:

Задача 5

С лодки выбирают канат, поданный на баркас. Расстояние между ними 55 м. Определить пути, пройденные лодкой и баркасом до их встречи. Масса лодки 300 кг, масса баркаса 1200 кг. Сопротивлением воды пренебречь.

Домашнее задание

1. § 11 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Два ученика (по желанию) готовят доклады о жизни и научной деятельности К. Э. Циолковского и С. П. Королева.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 67–69.

Урок 17. Реактивное движение

Цели: ознакомиться с особенностями и характеристиками реактивного движения, историей его развития.

Демонстрации: взаимодействие Г-образной трубки с движущейся водой в ней; движение воздушного шарика при выходе воздуха из него; схема реактивного движения на плакатах.

Ход урока

I. Повторение

Поскольку тема реактивного движения основана на глубоком понимании закона сохранения импульса, то в начале урока следует повторить весь материал, изученный по данной теме. Можно провести краткий опрос:

- Всегда ли удобно пользоваться законами Ньютона для описания взаимодействия тел?
- Что такое импульс?
- Куда направлен вектор импульса?
- Сформулируйте закон сохранения импульса.
- Кто открыл закон сохранения импульса?
- Как проявляется закон сохранения импульса при столкновении тел? и так далее.

Задачи, заданные на дом для самостоятельного решения, достаточно простые и на проверке их решений можно не останавливаться.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Определение реактивного движения.
2. Демонстрация видов реактивного движения.
3. Расчет скорости движения тела при реактивном движении.
4. Доклады учеников о жизни и деятельности К. Э. Циолковского и С. П. Королева.

1. Начало изложения нового материала предполагает определение реактивного движения как одного из видов механического движения.

Движение, которое возникает как результат отделения от тела какой-либо части, либо как результат присоединения к телу другой части, называется ***реактивным*** движением.

На данном принципе работают реактивные самолеты и ракеты. Сила тяги обеспечивается реактивной тягой струи раскаленных газов.

Каракатицы, осьминоги при движении в воде также используют реактивный принцип перемещения. Набирая в себя воду, они, выталкивая ее, приобретают скорость, направленную в сторону, противоположную направлению выброса воды.

2. Простейшим примером реактивного движения является подъем воздушного шарика при выходе воздуха из него (*учитель демонстрирует движение шарика*).

В опыте с Г-образной трубкой учащиеся наблюдают, как трубка отклоняется в сторону, противоположную направлению струи.

3. После демонстрации опытов учитель задает вопрос:

- За счет чего возникает такое движение?
- Почему отклоняется трубка? Почему взлетает воздушный шарик?
- Почему движется ракета?

Согласно Третьему закону Ньютона сила F_1, с которой ракета действует на раскаленные газы, равна силе F_2, с которой газы отталкивают от себя ракету.

$$F_1 = F_2 .$$

Именно сила F_2 и является реактивной силой. Рассчитаем скорость, которую может приобрести ракета.

Если импульс выброшенных газов равен $m_Г v_Г$, а импульс ракеты $m_Р v_Р$, то можно получить:

$$m_Р v_Р = m_Г v_Г .$$

Откуда:

$$v_Р = \frac{m_Г v_Г}{m_Р} .$$

Таким образом, скорость ракеты тем больше, чем больше скорость истечения газов, и чем больше отношение $\frac{m_Г}{m_Р}$.

Ясно, что выведенная формула справедлива только для случая мгновенного сгорания топлива. Такого быть не может, так как мгновенное сгорание – это взрыв. На практике масса топлива уменьшается постепенно, поэтому для точного расчета используют более сложные формулы.

В заключение следует сказать, что современные технологии производства ракетоносителей не могут позволить превысить скорости в 8–12 км/с. Для третьей космической скорости (16,4 км/с) необходимо, чтобы масса топлива превосходила массу оболочки носителя почти в 55 раз, что на практике реализовать невозможно. Следовательно, нужно искать другие способы построения ракетоносителей. Возможно, и другие виды силовых двигателей.

4. Следует обратить внимание учеников на роль К. Э. Циолковского в развитии взглядов на теорию ракетостроения и освоения космического пространства.

В конце урока заранее подготовленные ученики делают сообщения о жизни и научной деятельности К. Э. Циолковского и С. П. Королева.

Остальные учащиеся, по возможности, дополняют выступления.

Домашнее задание

1. § 12 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие могут подготовить доклады по теме «Развитие ракетной техники».
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 71–72.
4. Экспериментальное задание. Вертящаяся спираль.

Из очень тонкой проволоки сверните небольшую спираль, слегка смочите ее маслом и положите на воду с помощью вилки. Потом наберите несколько капель мыльного раствора в пипетку или же в соломинку.

Уроните капельку раствора в центр спирали. Сейчас же спираль завертится. Когда вращение прекратится, пустите еще одну каплю. Спираль завертится снова!

– Почему спираль приходит в движение?
– Почему она вертится в сторону, обратную той, куда вытекает мыльный раствор?

Дополнительный материал

Реактивный и ракетный двигатели

В реактивном двигателе воздух вначале входит в компрессор (подобие вентилятора), расположенный в его передней части. В компрессоре воздух сжимается и нагнетается в камеру сгорания, где смешивается с топливом. Смесь загорается, образуются раскаленные газы, которые устремляются в заднюю часть двигателя. Выходящие газы толкают его – и вместе с ним самолет – вперед, точно так же, как воздух толкает надутый шарик, если его отпустить, не перевязав отверстие.

Ракетный же двигатель может работать и там, где нет воздуха. Он функционирует на твердом топливе, которое быстро сгорает, образуя при этом большое количество горящего газа. Газовая струя выбрасывается наружу и, как и в предыдущем случае, толкает самолет в противоположном направлении.

Самая большая ракета и другие рекордсмены среди космических аппаратов

Чтобы оказаться в космосе, летательному аппарату необходимо преодолеть силу земного притяжения. Для этого он должен достичь скорости, по крайней мере, 28500 км/ч, что в 10 раз превышает скорость пули, вылетающей из ствола винтовки. Обеспечить ее могут только необычайно мощные ракетные двигатели.

Первые ракеты, созданные в 1926 г. американским изобретателем Робертом Годдардом, были высотой всего 1 м. Высота советской ракеты «Восток», которая более 30 лет спустя доставила на орбиту первый искусственный спутник, составляла уже 35 м. В 1969 г. для запуска космического корабля «Аполлон», направлявшегося к Луне, была использована американская ракета «Сатурн-5». Эта ракета высотой 111 м по размеру могла сравниться с 30-этажным небоскребом, и была самой большой ракетой за всю историю космонавтики. Помещение, в котором собиралась ракета, было таким огромным, что в нем пришлось оборудовать специальную уста-

новку для кондиционирования воздуха, чтобы под потолком не образовывались облака, и внутри не шел дождь!

Мощность «Сатурна-5» в 50 раз превосходила самолет «Боинг-747». В настоящее время самой мощной ракетой является российская «Энергия». Четыре ее двигателя позволяют доставлять на околоземную орбиту груз, равный весу 24 легковых автомобилей. «Энергия» предназначена для запуска кораблей многоразового использования и, возможно, даже для запуска космического корабля на Марс.

Пионеры космоса

В январе 1993 г. американская межпланетная станция «Пионер-10» находилась за 8,5 миллиарда километров от Земли. Даже на таком расстоянии до нас все еще доходят ее радиосигналы. На случай, если «Пионер» встретится на пути с представителями внеземной цивилизации, на станцию поместили металлический диск, на котором показано, откуда она была запущена. В настоящее время «Пионер-10» является самым удаленным от Земли искусственным объектом.

Первая в мире ракета была запущена 16 марта 1926 г. американским изобретателем Робертом Годдардом. Ее двигатель работал на жидком топливе. Высота ракеты составляла 12,5 м.

Первая ракета дальнего действия, немецкая V–2, была построена в 1942 г. Она была высотой 14 м и имела дальность полета 320 м.

Советская ракета «Восток» доставила на орбиту первый искусственный спутник. Он был запущен 4 октября 1957 г. и оставался на орбите 92 дня.

Американский корабль «Колумбия», отправившийся в свой полет в ноябре 1981 г., стал первым в мире транспортным кораблем.

Урок 18. Развитие ракетной техники

Цели: проверить глубину усвоения материала по изученной теме; познакомить с историей развития ракетной техники в мире и в России.

Демонстрации: плакаты и слайды; макет «Водяная ракета».

Ход урока

I. Проверочное тестирование

В начале урока можно провести проверочное тестирование по темам «Законы Ньютона», «Импульс», «Реактивное движение» (см. раздел «Проверочные тесты» в конце данного пособия).

II. Изучение нового материала

Ученики, которые подготовили реферативные сообщения, могут по мере изложения нового материала выступать, дополняя рассказ учителя. Также, те ученики, которые что-то знают из истории развития ракетной техники, могут делать короткие сообщения.

Говоря об истории развития ракет, нужно заметить, что их первые модели появились еще в Китае в X веке. Они работали на порохе и применялись лишь при фейерверках.

Затем, уже в XVIII веке, появились первые боевые ракеты с дальностью полета до 2,5 км.

Особенностью всех типов ракет было то, что в них был заложен принцип реактивной тяги.

Особое место в развитии ракетостроения принадлежит нашей стране. Первые русские ракеты, которые были построены под руководством К. И. Константинова в XIX веке, могли нести достаточно большой заряд на 4–5 км. Ближе к первой мировой войне развитие боевых ракет было почти прекращено.

Попытку вернуть развитие ракетостроения предпринял К. Э. Циолковский. Он не только смог теоретически обосновать возможность космических полетов, но и рассчитать отдельные параметры ракетоносителя. Пожалуй, именно он и является родоначальником практического современного ракетостроения в нашей стране.

Прорыв в создании новых образцов космической техники принадлежит группе ученых нашей страны, которые в начале 30-х годов XX века создали коллектив ГИРД (группа по изучению реактивного движения), среди которых был и С. П. Королев. Именно тогда ученые поняли, что самыми перспективными являются жидкостные ракетные двигатели. Чтобы горючее горело на больших высотах, где мало кислорода, ракета снабжалась баками с окислителем.

Первые образцы ракет показали хорошие летные качества. Но война помешала нашей стране быстро построить модели боевых ракет.

В годы войны в Германии под руководством В. фон Брауна построили ракеты ФАУ-1 и ФАУ-2 с дальностью полета до 300 км, которыми бомбили Англию.

Но самые большие достижения в области покорения космоса принадлежат нашей стране. 4 октября 1957 г. при помощи ракеты был выведен на орбиту первый искусственный спутник Земли. Это сделала группа ученых под руководством С. П. Королева. 12 апреля 1961 г. первый в истории человечества человек – Ю. А. Гагарин совершил космический полет.

Современные ракетоносители обладают такой мощностью, что могут выводить на орбиту до 150 т полезного груза. Именно в нашей стране построен самый мощный носитель «Протон-3» НПО «Энергия».

Человечество смогло построить космические корабли, которые изучают планеты Солнечной системы. Правда, для покорения космического пространства нужны уже принципиально новые конструкции ракет. Они должны иметь значительно большие скорости, чем первая, вторая и третья космические скорости. Только в этом случае можно заглянуть за пределы Солнечной системы. Следовательно, нужно создавать новые аппараты, скорость которых будет десятки тысяч километров в секунду.

Существует много проектов по созданию фотонных, гравитационных двигателей, которые позволят разгонять корабли до околосветовых скоростей. Но это – дело будущего.

Подводя итоги урока, учитель отвечает на вопросы учеников. Таких вопросов всегда бывает очень много, и будет хорошо, если на часть из них смогут ответить сами ученики.

Домашнее задание

Повторить § 12–14 учебника.

Урок 19. Энергия

Цель: ввести понятия кинетической, потенциальной и полной энергии как характеристик механических систем.

Демонстрации: взаимодействие движущегося шара с неподвижным бруском; движение бруска под действием силы упругости сжатой пружины.

Ход урока

Данный урок стоит полностью посвятить изучению нового материала, ведь понятие энергии в физике является одной из важнейших характеристик различных систем.

I. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Понятие механической энергии. Демонстрация опытов.
2. Потенциальная и кинетическая энергии.
3. Вывод формулы для кинетической энергии.
4. Вывод формулы для потенциальной энергии.

1. Юнг ввел понятие «энергия» в начале XIX века. Энергия с греческого языка означает действие, деятельность. Различные разделы физики изучают различные виды энергии. В механике изучается ***механическая*** энергия, в молекулярной физике – ***внутренняя*** и ***тепловая*** энергия, в ядерной физике – ***ядерная*** энергия.

Механическая энергия обозначается буквой E.

Говорят, что **любое тело, способное совершить механическую работу, обладает механической энергией.**

Например, если шар движется со скоростью v в направлении неподвижного бруска (рис. 101), то при ударе брусок сместится. Значит, по отношению к бруску была совершена работа за счет энергии двигавшегося шара.

2. Следовательно, любое тело, которое обладает скоростью, обладает энергией. Этот вид механической энергии называется ***кинетической*** энергией (E_K).

Если тело массой m поднято над землей на высоту h, то оно, падая, также совершает работу. Например, при забивании сваи. Этот вид механической энергии называется ***потенциальной*** (E_P).

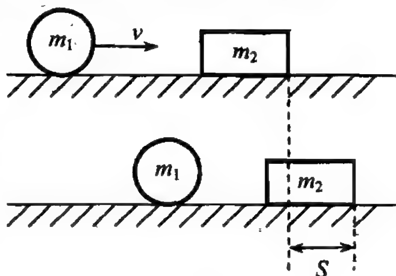


Рис. 101

Если кинетическая энергия – энергия движения, то потенциальная энергия – энергия взаимодействия.

Чтобы определить энергию, нужно рассчитать работу, которую следует совершить над телом, чтобы оно перешло из состояния с нулевой энергией в состояние с данным значением энергии.

3. Выведем формулу для вычисления кинетической энергии.

Предположим, что тело массой m под действием силы F начинает двигаться из состояния покоя и разгоняется до скорости v.

При этом работа силы должна быть равна кинетической энергии тела:

$$A = F \cdot s = ma \cdot s = m\frac{v}{t} \cdot \frac{vt}{2} = \frac{mv^2}{2}.$$

Таким образом, кинетическая энергия тела равна:

$$E_K = \frac{mv^2}{2}.$$

4. Выведем формулу для расчета потенциальной энергии.

Так как потенциальная энергия – энергия взаимодействия, то рассчитаем E_P для тела массой m, поднятого над землей на высоту h (рис. 102).

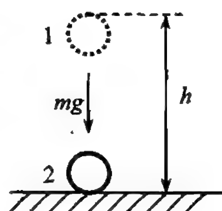


Рис. 102

Очевидно, что если в точке 2 потенциальная энергия тела равна нулю, то при переходе тела в точку 1 мы должны совершить работу, равную увеличению потенциальной энергии тела. При равномерном подъеме нужно прилагать силу, равную по величине силе тяжести.

Тогда получим: $A = FS = mgh$.

Таким образом:

$$E_P = A = mgh.$$

Потенциальная энергия всегда равна произведению массы тела на ускорение свободного падения и на высоту, где находится тело.

Обычно за нулевой уровень потенциальной энергии выбирают поверхность Земли. Хотя часто можно за $E_P = 0$ выбирать поверхность любых опор, относительно которых поднимаются либо опускаются тела.

Мы рассчитали значения двух видов механической энергии E_K и E_P. Совершенно очевидно, что чем больше энергия тела, тем большую работу оно может совершить.

В простом опыте по скатыванию шарика с наклонного желоба можно это наблюдать (рис. 103). Чем с большей высоты начинает движение шарик, тем на большее расстояние s смещается при ударе брусок.

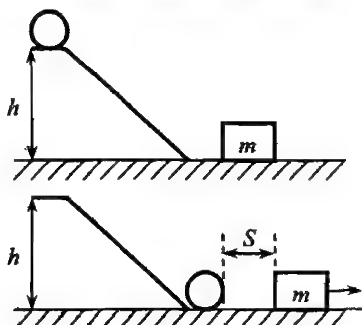


Рис. 103

Если тело бросить вертикально вверх, то при подъеме убывает кинетическая энергия $E_K = \frac{mv_0^2}{2}$, а возрастает потенциальная $E_P = mgh$.

В момент касания телом земли вся потенциальная энергия переходит в кинетическую. При подъеме тела вверх в высшей точке подъема кинетическая энергия равна нулю, так как она перешла в потенциальную энергию тела.

Видно, что составляющие полной механической энергии могут меняться, причем при увеличении E_K, E_P уменьшается, и наоборот.

Полная механическая энергия в замкнутой механической системе остается постоянной.

Это – формулировка закона сохранения механической энергии. Закон справедлив, если в системе нет сил трения и сопротивления.

3. Покажем справедливость закона сохранения энергии для падающего тела. Пусть тело начинает свободно падать с высоты h (рис. 104). Сравним полную механическую энергию тела в точках 1 и 2. В точке 1 полная энергия тела равна:

$$E_1 = mgh.$$

В точке 2 энергия тела равна:

$$E_2 = \frac{mv^2}{2}.$$

Покажем, что $E_1 = E_2$.

Двигаясь равномерно из состояния покоя, тело в момент удара об опору приобретает скорость v, такую, что: $v = gt$, но $h = \frac{gt^2}{2}$, откуда $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Следовательно, $v = \sqrt{2gh}$.

Подставим значение скорости в формулу кинетической энергии:

$$E_2 = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\left(\sqrt{2gh}\right)^2}{2} = mgh.$$

То есть $E_1 = E_2$.

Важно отметить, что в любой реальной механической системе есть трение, и поэтому полная механическая энергия в таких системах не сохраняется.

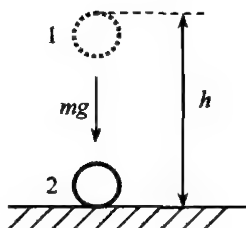


Рис. 104

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала можно предложить учащимся ряд качественных задач по теме.

1. Опишите превращения энергии, которые происходят при спортивной стрельбе из лука.
2. Какими видами механической энергии обладает самолет: а) поднимающийся вверх; б) висящий в воздухе неподвижно; в) спускающийся вниз?

3. Сосулька падает с крыши дома. Считая, что сопротивлением воздуха можно пренебречь, укажите все правильные утверждения:
   а) потенциальная энергия сосульки в конце падения максимальна;
   б) кинетическая энергия сосульки при падении не изменяется;
   в) полная механическая энергия сосульки сохраняется.

Если на уроке остается время, можно предложить и пару более сложных расчетных задач на закон сохранения энергии:

Задача 1

Предмет массой 5 кг вращается на нити в вертикальной плоскости. На сколько сила натяжения нити в нижней точке больше, чем в верхней?

Задача 2

Шарик подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 2 м. Какую минимальную скорость следует сообщить шарику, чтобы он описал окружность в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Домашнее задание

1. § 15 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады об использовании энергии движущейся воды и ветра.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 83–86.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 835, 839.

Урок 21. Использование энергии движущейся воды и ветра

Цели: изучить возможности применения закона сохранения энергии в технике и быту.

Демонстрации: плакаты и таблицы «Устройство ГЭС и ветровых станций».

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверка домашнего задания должна быть направлена на углубление понимания закона сохранения механической энергии.

При ответах учеников на теоретические вопросы нужно обратить внимание класса на точность формулировок, умение правильно описывать процессы, происходящие в замкнутых механических системах.

Особое внимание следует обратить на то, что в системах с трением закон сохранения механической энергии не выполняется, а выполняется закон сохранения энергии в виде:

$$E_0 = E_1 + A_{тр} .$$

где E_0 – полная механическая энергия системы до взаимодействия,
E_1 – полная механическая энергия после взаимодействия,
$A_{тр}$ – работа силы трения.

При проверке решения задач можно на примере задачи 83 показать, что в общем случае $E = E_K + E_P$, причем любое изменение E_K или E_P приводит к изменению другой составляющей энергии, но E при этом всегда постоянно.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Использование энергии воды.
2. Использование энергии ветра.

1. Любой поток воды обладает кинетической энергией. Если воду поднять на определенную высоту, то она будет обладать уже потенциальной энергией. Это и используют в работе ГЭС (гидроэлектростанций).

Основным элементом ГЭС является плотина, при помощи которой вода поднимается на десятки метров относительно уровня реки. Например, на такой ГЭС как Нурекская, высота плотины составляет около 300 м. Самые крупные ГЭС в нашей стране – Красноярская и Саяно-Шушенская.

При падении воды с высоты 120 м полная механическая энергия 1 м^3 составляет 1000000 Дж. Следовательно, при падении воды ее потенциальная энергия уменьшается, причем ровно на столько, на сколько возрастает кинетическая. Попадая на лопасти турбины, вода отдает свою кинетическую энергию, которая затем преобразуется в электрическую энергию.

Нельзя не отметить, что строительство ГЭС приводит к изменению климата в данном районе, огромные площади суши уходят при затоплении под воду. Поэтому при проектировании любых станций нужно прогнозировать те необратимые изменения, которые могут произойти в природе.

Кроме гидростанций, работающих за счет энергии рек, существуют станции, использующие энергию морских приливов. В нашей стране самая мощная такая станция расположена на берегу Белого моря. Это – Мезенская ГЭС. Высота плотины – 6 метров, а мощность станции – 15000 МВт.

Во время рассказа учителя ученики могут сообщать какие-либо интересные сведения по данной теме. Заслушиваются доклады о ГЭС, экологических последствиях строительства ГЭС.

2. Кроме ГЭС и ПЭС в некоторых странах, например в Голландии, отдельных штатах США, используют энергию ветра. Есть места на Земле, где с завидным постоянством дует ветер. Кинетическую энергию ветра используют для работы ветряных двигателей. Энергия вращения с лопастей передается на другие механизмы, которые и выполняют полезную работу. Такими устройствами могут быть электрические двигатели, работа насосов и так далее Недостатком ветряных двигателей является их непостоянная мощность. Достоинство – экологически чистые машины.

Современные ветряные машины – достаточно сложные устройства. Ветряное колесо при помощи хвостовой пластины поворачивается сообразно направлению ветра, которое может меняться. Даже частота вращения колеса может регулироваться. Для этого лопасти колеса делают поворотными.

Подводя итог урока, можно предложить желающим подготовить доклады по неосвещенным вопросам данной темы. Например, темами могут быть:

– Гидроэлектростанции России.
– Перспективы развития ветряных двигателей.
– Приливные станции.
– Вопросы экологии при работе ГЭС, ПЭС.

Домашнее задание

1. § 16 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Подготовить доклад (см. ход урока) – по желанию.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 88–90.

Урок 22. Решение задач. Подготовка к контрольной работе

Цели: систематизировать материал, изученный по теме.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

В данном случае можно ограничиться прослушиванием подготовленных докладов. Обычно учащиеся охотно выполняют такую творческую работу. В то же время желательно ориентировать учеников на свободное изложение материала, не обращаясь к написанному тексту.

II. Повторение материала, изученного по теме «Динамика»

Прежде чем приступить к решению задач, необходимо повторить весь материал, изученный по теме «Динамика». Такое повторение можно провести в виде фронтального опроса:

– Сформулируйте первый закон Ньютона.
– На столе лежит брусок. Какие силы действуют на него? Почему брусок покоится?
– От чего зависит ускорение тела?
– Сформулируйте второй закон Ньютона.
– Почему нагруженный автомобиль на булыжной мостовой движется более плавно, чем такой же автомобиль без груза?
– Приведите примеры проявления третьего закона Ньютона.
– Как объяснить явление отдачи при выстреле?
– Лошадь тянет груженую телегу. По третьему закону Ньютона сила, с которой лошадь тянет телегу, равна силе, с которой телега тянет лошадь. Почему же все-таки телега движется за лошадью?
– Шарик массой 500 г равномерно катится со скоростью 2 м/с. Чему равен импульс шарика?
– Какими из видов энергий (кинетической или потенциальной) обладают перечисленные тела: а) камень, поднятый над землей;

б) шар, катящийся по земле; в) летящий самолет; г) летящий воздушный шарик?

– Легковой и грузовой автомобили движутся с одинаковыми скоростями. Какой из них обладает большей кинетической энергией?
– Для чего при строительстве ГЭС возводят плотины?

II. Подготовка к контрольной работе

При подготовке к контрольной работе следует решить ряд расчетных и качественных задач по теме «Закон сохранения механической энергии». При этом следует обратить внимание учеников на необходимость переводить исходные данные в систему СИ.

Возможным набором задач на урок могут быть следующие:

Задача 1

Тело брошено вертикально вверх. Оно достигло максимальной высоты подъема 40 м. На какой высоте кинетическая энергия была равна потенциальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

(*Ответ:* На высоте $h_2 = 20$ м $E_K = E_P$.)

Задача 2

Тело массой 2 кг начинает свободно падать с высоты 30 м. Определить кинетическую энергию тела на высоте 10 м от поверхности Земли.

(*Ответ:* $E_K = 400$ Дж.)

Задача 3

Пуля массой 10 г летит со скоростью 600 м/с на высоте 200 м. Чему равна полная механическая энергия пули?

(*Ответ:* $E = 1820$ Дж.)

Задача 4

При стрельбе вверх стрела массой 50 г в момент начала движения имела полную механическую энергию 30 Дж. Какой высоты достигнет стрела?

(*Ответ:* $h = 60$ м.)

Домашнее задание

Повторить § 14–15, кроссворд на с. 44.

Урок 23. Контрольная работа № 2 «Динамика»

Цели: проверить качество усвоения изученного материала.

Уровень 1

Вариант I

1. Мяч падает без начальной скорости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите все правильные утверждения:

а) на мяч действует только одна сила;

б) вес мяча по модулю равен *mg*;

в) скорость мяча увеличивается во время падения.

2. Приведите примеры практического использования кинетической ергии.

3. Стальной шарик висит на нити. Отклоним его в сторону и отпустим. кие превращения энергии происходят при этом?

риант II

1. Санки соскальзывают с ледяной горки, причем скорость санок увеличвается. Укажите все правильные утверждения:

а) сила тяжести, действующая на санки, направлена вертикально вниз;

б) сила реакции опоры направлена вдоль горки;

в) равнодействующая всех сил, приложенных к санкам, направлена вдоль наклонной плоскости.

2. Опишите опыт, в котором можно проследить переход кинетической ергии в потенциальную и обратно.

3. Автомобиль спускается с горы с выключенным двигателем. За счет кой энергии движется при этом автомобиль?

Уровень 2

ариант I

1. При каком соотношении сил, действующих на ракету в момент стар-, она начинает подниматься равноускоренно вертикально вверх при учете ил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

2. Платформа массой 10 т движется со скоростью 2 м/с. Ее нагоняет латформа массой 15 т, движущаяся со скоростью 3 м/с. Какой будет скоость этих платформ после удара? Удар считать неупругим.

3. Каков тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 2 км/ч, если коэффициент трения равен 0,2?

ариант II

1. При каком соотношении сил, действующих на грузовик, он будет авноускоренно подниматься по участку дороги с уклоном в 30° при учете ил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

2. Человек и тележка движутся друг другу навстречу, причем масса человека в два раза больше массы тележки. Скорость человека 2 м/с, а тележи – 1 м/с. Человек вскакивает на тележку и остается на ней. Какова скоость человека вместе с тележкой?

3. Ящик массой 20 кг поднимают в лифте, ускорение которого равно м/с^2 и направлено вверх. Считая начальную скорость равной нулю на ровне поверхности земли, определите потенциальную энергию ящика чеез 5 с от начала движения.

Уровень 3

ариант I

1. Почему при действии силы трения закон сохранения механической ергии нарушается? Ответ обоснуйте.

б) шар, катящийся по земле; в) летящий самолет; г) летящий воздушный шарик?

– Легковой и грузовой автомобили движутся с одинаковыми скоростями. Какой из них обладает большей кинетической энергией?
– Для чего при строительстве ГЭС возводят плотины?

II. Подготовка к контрольной работе

При подготовке к контрольной работе следует решить ряд расчетных и качественных задач по теме «Закон сохранения механической энергии». При этом следует обратить внимание учеников на необходимость переводить исходные данные в систему СИ.

Возможным набором задач на урок могут быть следующие:

Задача 1

Тело брошено вертикально вверх. Оно достигло максимальной высоты подъема 40 м. На какой высоте кинетическая энергия была равна потенциальной? Сопротивлением воздуха пренебречь.

(*Ответ:* На высоте h_2 = 20 м $E_K = E_P$.)

Задача 2

Тело массой 2 кг начинает свободно падать с высоты 30 м. Определить кинетическую энергию тела на высоте 10 м от поверхности Земли.

(*Ответ:* E_K = 400 Дж.)

Задача 3

Пуля массой 10 г летит со скоростью 600 м/с на высоте 200 м. Чему равна полная механическая энергия пули?

(*Ответ:* E = 1820 Дж.)

Задача 4

При стрельбе вверх стрела массой 50 г в момент начала движения имела полную механическую энергию 30 Дж. Какой высоты достигнет стрела?

(*Ответ:* h = 60 м.)

Домашнее задание

Повторить § 14–15, кроссворд на с. 44.

Урок 23. Контрольная работа № 2 «Динамика»

Цели: проверить качество усвоения изученного материала.

Уровень 1

Вариант I

1. Мяч падает без начальной скорости. Пренебрегая сопротивлением воздуха, укажите все правильные утверждения:

а) на мяч действует только одна сила;

б) вес мяча по модулю равен mg;

в) скорость мяча увеличивается во время падения.

2. Приведите примеры практического использования кинетической энергии.

3. Стальной шарик висит на нити. Отклоним его в сторону и отпустим. Какие превращения энергии происходят при этом?

Вариант II

1. Санки соскальзывают с ледяной горки, причем скорость санок увеличивается. Укажите все правильные утверждения:

а) сила тяжести, действующая на санки, направлена вертикально вниз;

б) сила реакции опоры направлена вдоль горки;

в) равнодействующая всех сил, приложенных к санкам, направлена вдоль наклонной плоскости.

2. Опишите опыт, в котором можно проследить переход кинетической энергии в потенциальную и обратно.

3. Автомобиль спускается с горы с выключенным двигателем. За счет какой энергии движется при этом автомобиль?

Уровень 2

Вариант I

1. При каком соотношении сил, действующих на ракету в момент старта, она начинает подниматься равноускоренно вертикально вверх при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

2. Платформа массой 10 т движется со скоростью 2 м/с. Ее нагоняет платформа массой 15 т, движущаяся со скоростью 3 м/с. Какой будет скорость этих платформ после удара? Удар считать неупругим.

3. Каков тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения равен 0,2?

Вариант II

1. При каком соотношении сил, действующих на грузовик, он будет равноускоренно подниматься по участку дороги с уклоном в 30° при учете сил сопротивления движению. Решение задачи сопроводите рисунком.

2. Человек и тележка движутся друг другу навстречу, причем масса человека в два раза больше массы тележки. Скорость человека 2 м/с, а тележки – 1 м/с. Человек вскакивает на тележку и остается на ней. Какова скорость человека вместе с тележкой?

3. Ящик массой 20 кг поднимают в лифте, ускорение которого равно 1 м/с^2 и направлено вверх. Считая начальную скорость равной нулю на уровне поверхности земли, определите потенциальную энергию ящика через 5 с от начала движения.

Уровень 3

Вариант I

1. Почему при действии силы трения закон сохранения механической энергии нарушается? Ответ обоснуйте.

2. Две вагонетки массой 1 т каждая, сцепленные вместе тросом, тянут с силой 500 Н. Сила трения каждой вагонетки о рельсы равна 50 Н. С какой силой растягивается трос, скрепляющий обе вагонетки?

3. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 15 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия равна потенциальной энергии? Сопротивление воздуха не учитывать.

4. Автомобиль движется со скоростью 72 км/ч. Перед препятствием шофер затормозил. Какой путь пройдет автомобиль до полной остановки, если коэффициент трения равен 0,2?

Вариант II

1. Два автомобиля движутся по прямой дороге навстречу друг другу. Масса первого автомобиля 1,5 т, масса второго – 3 т. Скорость первого автомобиля в два раза больше скорости второго. Равны ли импульсы автомобилей?

2. На одном конце нити, перекинутой через неподвижный блок, висит груз массой 7 кг. С какой силой нужно тянуть за другой конец нити, чтобы груз поднимался с ускорением 1,2 м/с^2?

3. На какой высоте окажется тело массой 0,25 кг через 3 с после того как ему сообщили кинетическую энергию 200 Дж?

4. Мальчик на санках скатился с горы высотой 12 м. Определите работу силы трения, если у подножья горы скорость была 10 м/с. Общая масса мальчика и санок 50 кг.

Уровень 4

Вариант I

1. Какое из двух утверждений: а) если тело плавает, то модуль веса тела равен модулю выталкивающей силы; б) если тело плавает, то модуль силы тяжести, которая действует на тело, равен модулю выталкивающей силы – больше отвечает второму, а какое – третьему закону Ньютона?

2. Тело массой 1 кг лежит на горизонтальной плоскости. Коэффициент трения 0,1. На тело действует горизонтальная сила F. Определите силу трения для двух случаев: F_1 = 0,5 Н и F_2 = 2 Н.

3. Чтобы сойти на берег, лодочник направился от кормы лодки к ее носовой части. Почему при этом лодка отошла от берега?

4. Обезьяна качалась на тонкой длинной лиане, причем максимальный угол отклонения лианы от вертикального положения был равен 60°. Когда обезьяна находилась в нижней точке, лиана зацепилась серединой за ветку. На какой угол от вертикали отклонится теперь нижняя часть лианы?

Вариант II

1. Можно ли рассматривать произведение массы на ускорение некоторого тела как определение силы, которая действует на это тело? Ответ обоснуйте.

2. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м находится груз массой 50 кг. Какую силу надо приложить, чтобы: а) удерживать тело на

наклонной плоскости ($\mu = 0,2$); б) равномерно поднимать его вверх; в) равномерно опускать его вниз?

3. Можно ли двигать парусную лодку, направляя на паруса поток воздуха из мощиого вентилятора, находящегося на лодке? Что случится, если дуть мимо паруса?

4. Какую горизонтальную скорость нужно сообщить шарику, внсящему на невесомой и нерастяжимой нити длиной 40 см, чтобы нить отклонилась на угол 60° от вертикали?

Глава III
Колебания и волны

Урок 24. Механические колебания

Цель: изучить свойства и основные характеристики периодических (колебательных) движений.

Демонстрации: примеры колебательных движений; получение временной развертки колебаний.

Ход урока

I. Анализ итогов контрольной работы

Перед началом изучения новой темы необходимо подвести итоги контрольной работы, сделать краткий анализ. Как правило, типичными ошибками при выполнении контрольных работ бывают:

- отсутствие перевода единиц в систему СИ;
- ошибки при выполнении арифметических операций;
- отсутствие чертежей и сопутствующих кратких пояснений.

Чтобы привлечь внимание учащихся, достаточно привести в качестве примера оформление и решение одной из задач контрольной работы.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Виды колебаний. Демонстрации различных видов колебаний.
2. Период, частота, амплитуда колебаний.
3. Графическое представление колебательного движения.

1. Переходя к изложению нового материала, можно сразу показать два типа периодических движений. Это – движение груза, закрепленного на нити, и груза на пружине (рис. 105).

Совершенно очевидно, что эти два вида движения отличаются, скажем, от поступательного движения тем, что эти движения являются ***периодическими***.

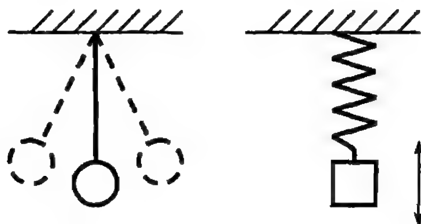


Рис. 105

Но есть еще одно отличие. Движение тела по окружности тоже периодическое, но оно отличается от рассматриваемых. Отличие заключается в том, что тела на рис. 103 в своем движении проходят положение равновесия.

Такой тип механического движения, когда тело за определенные промежутки времени старается повторить свое движение, проходя при этом положение равновесия, называется ***механическими колебаниями***.

Важно заметить, что за положение равновесия принимают ту точку, в которой при отсутствии движения груза результирующая сила равна 0.

2. Как и любое движение, колебательное характеризуется рядом величин. Основными такими величинами при колебательном движении являются: период (T), амплитуда (A), частота (ν – «ню»)

Под ***периодом*** колебаний понимают время, в течение которого совершается одно полное колебание. Период измеряется в секундах:

$$[T] = \text{с}.$$

Под ***частотой*** понимают число полных колебаний за одну секунду.

Если за 1 с совершается одно колебание, то говорят, что частота равна 1 Гц.

$$[\nu] = \text{Гц}.$$

Эта единица названа в честь немецкого физика Г. Герца. Для того, чтобы найти частоту колебаний, нужно 1 *с* отнести к периоду колебаний.

$$\nu = \frac{1}{T} \text{ или } T = \frac{1}{\nu}.$$

Под ***амплитудой*** колебаний A понимают максимальное отклонение колеблющегося тела от положения равновесия. Амплитуда измеряется в метрах:

$$[A] = \text{м}.$$

Часто период и частоту можно находить, зная произвольное время t и число колебаний за этот отрезок n:

$$T = \frac{t}{n}; \qquad \nu = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}.$$

3. Так как в процессе колебаний положение тела меняется, то очень удобно изменение смещения тела от положения равновесия во времени представлять графически.

Подготовив один из вариантов установки, предложенных в учебнике на с. 47, учитель демонстрирует вид траектории движения тела. График зависимости смещения x от времени изображен на рис. 106. График показывает, что на каждом периоде колебаний T амплитуда колебаний убывает. Это связано с наличием трения в системе. Если трение очень мало, то амплитуда убывает очень медленно, и колебания долго не затухают.

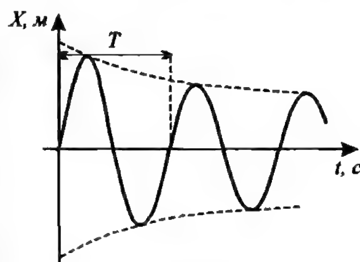


Рис. 106

Следует обратить внимание учеников, что по таким графикам очень удобно определять все характеристики колебательного движения, а именно, период (T), амплитуду (A) и частоту (ν).

Например, по графику колебаний, изображенному на рис. 107, считываем:

$A = 0{,}1$ м,

$T = 0{,}8$ с,

$\nu = 1/T = 1{,}25$ Гц.

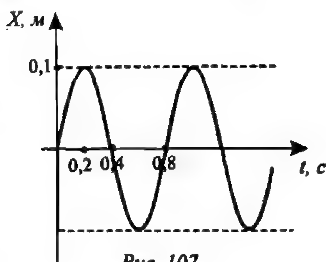


Рис. 107

Далее можно предложить ученикам самостоятельно определить по заданному графику параметры движения тела.

III. Закрепление изученного

С целью закрепления материала учитель может в конце урока предложить несколько простых задач по изученной теме:

- Какие из перечисленных ниже движений являются механическими колебаниями: а) движение качелей; б) движение мяча, падающего на землю; в) движение звучащей струны гитары.
- За 2 с маятник совершил 8 колебаний. Чему равен период колебаний маятника?
- Частота колебания тела 2000 Гц. Чему равен период колебаний?
- За 5 с маятник совершил 10 колебаний. Чему равна частота колебаний маятника?

Домашнее задание

1. § 17 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 91–96.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 857, 859.

Урок 25. Превращение энергии при колебаниях

Цели: изучить возможные превращения энергии в колебательных системах; подтвердить справедливость закона сохранения механической энергии в колебательных системах.

Демонстрации: колебания груза на нити; колебания пружинного маятника.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного материала должно быть направлено, прежде всего, на закрепление основных понятий в описании колебаний. В начале урока желательно провести опрос по изученному материалу:

- Приведите примеры колебаний.
- Что называют «амплитудой» колебаний?
- Что такое «период» колебаний?
- Что называют «частотой» колебаний?
- Как называется единица частоты колебаний?

– Что означает выражение: «частота 60 Гц»?

Второй этап проверки домашнего задания – анализ решенных задач.

Задачу 96 можно разобрать у доски. Приводя решение, следует напомнить, что, по определению амплитуды колебаний, любое тело проходит путь за один период, равный $S_1 = 4A$. Тогда $S_{об} = S_1 \cdot n$, где n – число полных периодов. Отсюда:

$$S_{об} = S_1 \cdot n = 4A \cdot n = 4 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 3 = 0{,}48 \text{ м}.$$

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Демонстрация затухающих колебаний.
2. Превращения энергии в колебаниях.

1. Рассмотрение нового материала удобно начать с показа колебаний грузов, закрепленных на нитях. Для наглядности удобно взять нити равной длины, а грузы – разной формы. Например, шарик и тонкую пластинку.

Легко заметить, что колебания во второй системе будут ***затухать*** быстрее, чем в первой (рис. 108).

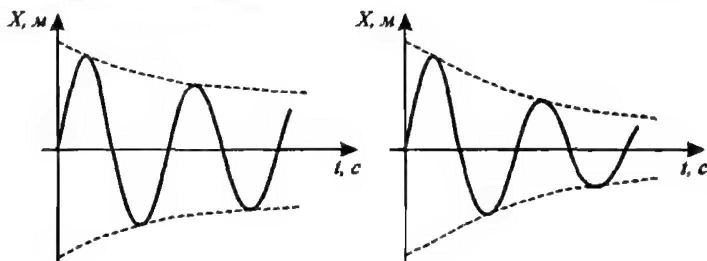


Рис. 108

Видно, что полная механическая энергия быстрее убывает во второй системе. Почему? Ясно, что любая колебательная система будет совершать колебания до тех пор, пока обладает энергией. Отводя маятник от положения равновесия, мы сообщаем системе начальную энергию (рис. 109). Она равна потенциальной энергии тела:

$$E_P = mgh.$$

Отпустив маятник, мы видим, что скорость тела возрастает, а значит, возрастает и его кинетическая энергия. Из закона сохранения механической энергии, уменьшение E_P приводит к эквивалентному увеличению E_K. Для любой точки траектории, если в системе нет сил трения, справедливо: $E_1 = E_2$, то есть:

$$mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}.$$

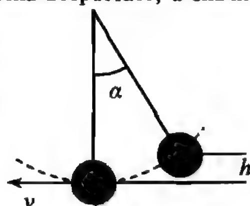


Рис. 109

Если тело находится в крайних положениях, система обладает полной энергией E, определяе-

мой только потенциальной энергией. А в положении равновесия полная энергия равна максимальной кинетической энергии груза:

$$E = \frac{mv_m^2}{2}.$$

Обычно реальные системы обладают собственным трением, и присутствует сила сопротивления среды.

Поэтому колебания в таких системах являются затухающими: полная механическая энергия начинает уменьшаться, Так как уходит на преодоление сил трения. Следовательно, амплитуда колебаний уменьшается, и, когда работа силы трения становится равна исходной полной энергии в системе, колебания прекращаются.

Важно понять, что составляющие полной энергии E_K и E_P не просто изменяются во времени, а изменяются ***периодически*** с заданным периодом колебаний в системе.

III. Решение задач

Оставшееся время урока можно посвятить решению двух-трех задач по теме «Механические колебания», например:

Задача 1

Точильный круг радиусом 20 см делает за 1 мин 1200 оборотов. Определить период обращения и центростремительное ускорение точек на краю круга.

(*Ответ:* $T = 0{,}05$ с, $a = 8000$ м/с^2.)

Задача 2

Математический маятник за $t = 30$ с совершает 40 полных колебаний. Найти длину нити маятника.

(*Ответ:* $l = 0{,}14$ м.)

Задача 3

Период колебаний пружинного маятника равен 2 с, а масса груза равна 10 кг. Определить коэффициент жесткости пружины.

(*Ответ:* $k = 100$ Н/м.)

Домашнее задание

1. § 18 учебника; вопросы и задания к параграфу; выполнить экспериментальное задание.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 97–98.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 866, 867, 869, 870.

Урок 26. Виды колебаний

Цели: выяснить природу свободных и вынужденных колебаний.

Демонстрации: установки для демонстрации вынужденных колебаний; математический и пружинный маятники.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Содержание материала прошлого урока достаточно простое, поэтому повторение может быть основано на вопросах к параграфу учебника. К ним можно добавить два-три вопроса по теме, например:

– Чем определяется амплитуда колебаний в системе?
– Как по двум графикам затухающих колебаний определить, в какой системе трение больше?

Выполнение экспериментального задания можно проверить выборочно у части учеников. Одно из лучших выполненных заданий можно привести в качестве примера у доски.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Свободные и вынужденные колебания.
2. Параметры колебательных систем.
3. Демонстрация экспериментов.

1. Начиная объяснение нового материала, необходимо сразу дать четкое определение двух видов колебаний.

Колебания, которые происходят только под действием внутренних сил в системе, называются ***свободными***. Примерами являются колебания груза на нити, тела на пружине. Возбудив в этих системах колебания, ученики наблюдают, что даже за короткий промежуток времени они практически прекращаются. Значит, все свободные колебания являются ***затухающими***.

Но часто встречается другой тип колебаний. Это – вынужденные колебания. Колебания, которые происходят под действием внешней, периодически действующей силы, называются ***вынужденными***. Это – езда по ухабам, движение качелей, различные вибрации и так далее.

Показывая на модели вынужденные колебания, учитель подчеркивает, что в колебательную систему поступает энергия извне. Причем строго периодически.

Таким образом, даже при наличии трения в системе, вынужденные колебания могут быть незатухающими за счет подводимой энергии.

2. Параметры колебательной системы можно задавать при конструировании. Чтобы амплитуда колебания была постоянной, необходимо в отдельные моменты времени совершать внешней силой работу, причем такую, чтобы:

$$A_{вн} = A_{тр}.$$

Параметры колебательных систем по величине периода и частоте можно рассчитать так:

а) для пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},$$

где m – масса груза, k – жесткость пружины.

Тогда собственная частота системы:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}};$$

б) для нитяного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

где l – длина нити, g – ускорение свободного падения

Собственная частота системы:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

3. Выведенные зависимости легко проследить, если запустить две пары маятников. Первая пара – грузы на нитях разной длины. Наглядно замечаем, что период колебаний маятника с короткой нитью меньше.

Вторая пара – пружинные маятники с грузами разной массы. Период колебаний больше в той системе, где масса груза больше.

Различные конструкции в природе и нашей жизни имеют собственные частоты колебаний. Это – высотные здания, вышки, мосты и так далее. Правда, их амплитуды и частоты малы и поэтому колебания малозаметны.

В заключение можно остановиться на применении вынужденных колебаний. Это – работа отбойных молотков, механических часов, вибромолотов и так далее.

III. Закрепление материала

С целью закрепления материала можно провести краткий опрос-беседу по изученной теме.

- Какие из перечисленных ниже колебаний являются свободными:
  а) колебания груза, подвешенного к пружине после однократного его отклонения от положения равновесия;
  б) колебания диффузора громкоговорителя во время работы приемника;
  в) колебания груза на нити, одни раз отведенного от положения равновесия.
- Какие из перечисленных ниже колебаний являются вынужденными:
  а) колебания качелей, раскачиваемых человеком, стоящим на земле;
  б) колебания струны гитары;
  в) колебания чашек рычажных весов.
- Подвешенный на нити груз совершает малые колебания. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения:
  а) чем длиннее нить, тем больше частота колебаний;
  б) при прохождении грузом положения равновесия скорость груза максимальна;
  в) частота колебаний зависит от массы груза.

– Подвешенный на пружине груз совершает малые колебания в вертикальном направлении. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения:
а) чем больше жесткость пружины, тем больше период колебаний;
б) период колебаний зависит от амплитуды;
в) период колебаний зависит от массы груза.

Домашнее задание

1. § 19 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 99–103.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 875, 876.

Урок 27. Лабораторная работа № 4 «Изучение колебаний нитяного маятника»

Цели: проверить на практике справедливость теоретических соотношений по периоду колебаний нитяного маятника.

Оборудование: шарик на нити, штатив с муфтой и кольцом, измерительная лента, часы (или секундомер).

Ход урока

Данная лабораторная работа позволяет экспериментально подтвердить справедливость соотношения

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Перед выполнением работы нужно пояснить, что далеко не каждый нитяной маятник совершает колебания с периодом, определяемым данной формулой. И это нужно будет проверить в работе.

Прежде всего необходимо определить цену деления измерительной ленты (линейки) и секундомера:

$$Ц_l = 0{,}1 \text{ см}; \quad Ц_t = 0{,}1 \text{ с}.$$

Очень важно, чтобы ученики выбрали длину подвеса нити в пределах 1–2 м. Это позволит получить значения T с наивысшей точностью.

При этом угол отклонения нити от вертикали не должен быть больше 5–7°.

Лабораторная работа выполняется по описанию в учебнике. Учащиеся высчитывают значения периода и частоты колебаний для n = 30 полных колебаний по формулам:

$$T = \frac{t}{n}; \quad \nu = \frac{n}{t}.$$

Когда значения T и ν будут определены, будет полезным сравнить их значения со значениями, которые были рассчитаны теоретически (в расчетах π можно принять равным 3,14, а коэффициент g = 9,8 Н/кг). Если экс-

перимент проводился качественно, то окажется, что измеренный период колебания будет примерно равен теоретически рассчитанному:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ то есть } \frac{t}{n} \approx 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Вторая серия опытов проводится при длине нити маятника в 25–30 см, а угол отклонения маятника от вертикали равен 30–40°.

Рассчитывая подобным образом $T_1 = \frac{t_1}{n}$ и $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, мы придем к явному расхождению в найденных значениях. Почему?

Оказывается, что любой закон справедлив в определенных рамках, выход за которые приводит к ошибочным результатам. Расчетная формула $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ справедлива для нитяных маятников, которые совершают гармонические колебания. А они возникают в системе, если нить достаточно длинная и угол отклонения от вертикали мал, то есть угол α равняется (5–7)°.

Выполняя восьмой пункт работы, желательно провести три-четыре опыта. В целях экономии времени можно воспользоваться итогами двух предыдущих опытов для l_1 длиной (1–1,2) м, и l_2 длиной (0,25–0,5) м, и добавить еще два, например, с $l_3 = 0,5$ м и $l_4 = 0,7$ м.

Получив четыре значения T_1, T_2, T_3, T_4, легко сделать вывод о завнсимости $T = f(l)$.

При написании выводов по работе следует отметить рамки применения формулы $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, те моменты в выполнении работы, которые приводят к погрешностям. Можио построить график зависимости $T = f(l)$ по четырем рабочим точкам.

Домашнее задание

1. Повторить § 17–19 учебника.
2. Два-три ученика (по желанию) готовят к следующему уроку сообщения о роли явления резонанса в технике и быту.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 883.

Вариант урока 27. Решение экспериментальных задач

Цели: научить решать экспериментальные задачи.

Ход урока

Класс делится на группы.

Группа № 1

Экспериментальные задания

Сделайте два маятника одинаковых размеров: один из картофеля, другой из бумаги. Отклоните их на один угол от положения равновесия. Посчитайте периоды их колебаний. Сделайте вывод отчего может зависит период колебаний такого маятника. Дождитесь прекращения колебаний. Одновременно ли это произошло? Объясните полученные результаты.

Теоретические вопросы:

1. Что такое колебательное движение? Чем оно отличается от других видов механического движения?
2. Есть ли общее между колебаниями груза на пружине и шарика на нити?
3. Каковы условия возникновения колебаний?
4. Расскажите о резонансе как о физическом явлении.
5. Что такое математический маятник?

Группа № 2

Экспериментальные задания

Изготовьте математический маятник. Подсчитайте частоту колебаний. Измените длину маятника так чтобы частота увеличилась вдвое (предварительно сделайте расчеты). Проверьте правильность на опыте. Сделайте вывод.

Теоретические вопросы:

1. Что называется амплитудой колебания?
2. Почему свободные колебания затухают?
3. Что называют периодом колебания? Какая формула выражает смысл этого понятия? Какова единица периода колебаний?
4. Начертите график затухающих колебаний.
5. Отчего зависит частота свободных колебаний?

Группа № 3

Экспериментальные задания

Изготовьте математический маятник. Измерьте период его колебаний. Измерьте время за которое колебания затухнут. Опустите маятник в воду н снова измерьте период его колебаний и время затухания. Сравните результаты и сделайте вывод о влиянии окружающей среды на колебательное движение.

Теоретические вопросы:

1. Является ли движение математического маятника к положению равновесия равноускоренным?
2. Отчего зависит период свободных колебаний пружинного маятника?
3. Как изменится период колебания маятника, если с ним опустится в глубокую шахту, подняться на высокую гору?
4. Начертите график затухающих колебаний.

Урок 28. Резонанс

Цели: ознакомиться с явлением резонанса; изучить физическое содержание этого явления.

Демонстрации: установка для демонстрации резонанса пружинного маятника (см. учебник, с. 50); установка для демонстрации резонанса нитяного маятника (см. учебник, рис. 39); плакаты на тему «Резонанс в технике».

Ход урока

I. Анализ итогов лабораторной работы

Перед началом объяснения новой темы нужно подвести итоги выполнения лабораторной работы. При этом внимание учащихся нужно привлечь к типичным ошибкам в работе. Обычно это ошибки в арифметических преобразованиях, небрежность в оформлении и формально сделанные выводы по работе.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Понятие резонанса.
2. Демонстрация явления резонанса.
3. Роль явления резонанса в технике; доклады учащихся.

1. Изложение нового материала можно увязать с уже изученным ранее: вынужденные колебания позволяют создавать незатухающие колебательные системы.

Ранее уже было показано, что амплитуда вынужденных колебаний зависит от частоты действия внешней силы. Показав зависимость амплитуды колебаний от частоты вращения рукоятки на установке (см. учебник, с. 50), наблюдаем, что амплитуда возрастает по мере того, как частота вращения рукоятки приближается к собственной частоте пружинного маятника.

Если $\nu = \nu_{собст}$, наблюдается наибольшая амплитуда колебаний. Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний называется ***резонансом***.

Резонанс наступает, когда частота действия внешней силы совпадает с частотой собственных колебаний в системе:

$$\nu = \nu_{собст}$$

С энергетической точки зрения максимальной амплитуде соответствует максимальная энергия в системе. Это значит, что при $\nu = \nu_{собст}$ внешняя сила совершает самую большую полезную работу.

График зависимости амплитуды от частоты называется резонансной кривой (рис. 110). На рисунке представлены две резонансные кривые для двух систем с одинаковыми собственными частотами.

– Почему в системах разные амплитуды при резонансе?

Понятно, что поступающая энергия в систему используется по-разному. В системе II сила трения заметно меньше, чем в системе I. Поэтому и пополнение полной энергии системы происходит по-разному.

2. Далее можно продемонстрировать резонирование нитяного маятника.

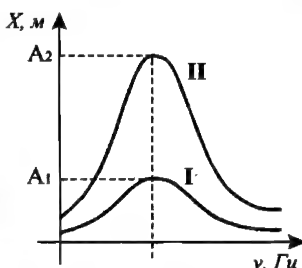


Рис. 110

Запустив маятник 1, мы заставим периодически деформироваться рейку, к которой прикреплены нити других маятников. Через некоторое время мы увидим, что маятник 6 будет совершать колебания с наибольшей амплитудой, чем остальные маятники. Это объясняется тем, что $\nu_1 = \nu_6$. Система начинает резонировать.

3. Говоря о применении резонанса, следует сказать, что в отдельных случаях системы должны резонировать, а в других случаях этого нельзя допускать.

На принципе резонирования работает язычковый частотомер. Прикладывая небольшие усилия, раскачивают тяжелые языки колоколов.

Если частота собственных колебаний больших сооружений (мосты, телебашни) совпадает с частотой действия внешней силы, то может произойти разрушение конструкции. Такие случаи уже были в истории – разрушение моста во Франции строем солдат, шедших в ногу.

При движении поезда по мосту специально выбирают такую скорость, чтобы частота ударов колес о стыки рельсов была отлична от собственной частоты моста.

Заранее подготовленные ученики делают сообщения о роли явления резонанса в технике и быту.

Подводя итог урока, важно заметить, что явление резонанса неизбежно всегда присутствует в тех системах, где реализованы вынужденные колебания.

Домашнее задание

1. § 20 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 104–105.

Урок 29. Механические волны

Цель: ознакомить учащихся с условиями возникновения волн и их видами.

Демонстрации: образование механических волн в демонстрационной ванне; движение волны в гибком шнуре.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При повторении изученного материала основной упор следует сделать на более глубокое осмысление явления резонанса. Важно акцентировать внимание учащихся как на условие выполнения резонанса, так и на понимание этого явления.

При проверке решения домашних задач необходимо обратить внимание на правильное оформление задач и верность расчетов. Например, в задаче

103 речь идет о сравнении собственной частоты колебаний в системе $\nu_{собст}$ и частоты действия внешней силы ν.

Если условие $\nu = \nu_{собст}$ не выполняется, система не войдет в резонанс. Так как для пружинного маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, то $T = 2\pi\sqrt{\frac{5\cdot10^{-2}}{20}} = 0{,}31$ с.

Отсюда: $\nu_{собст} = \frac{1}{T} = 3{,}2$ Гц.

Так как частота обращения рукоятки $\nu = 1$ об/с, то $\nu \neq \nu_{собст}$, и резонанса наблюдаться не будет.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Определение механических волн. Демонстрация опытов.
2. Физический смысл механической волны.
3. Виды механических волн.

1. Начать урок можно с вопроса классу:

– Что такое волна, как вы понимаете? (Ответы учеников.)

Колебания, которые перемещаются в пространстве и времени, называются ***волной.***

Самым простым видом колебаний являются волны, возникающие на поверхности жидкости, и расходящиеся из места возмущения в виде концентрических окружностей.

Проецируя на экран расходящиеся волны в демонстрационной ванне (рис. 111), учитель подчеркивает, что их перемещения по всем направлениям равноправны.

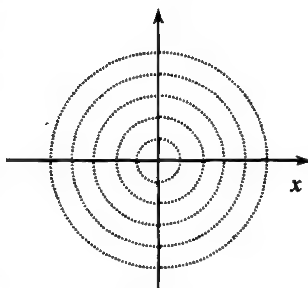


Рис. 111

Такое представление волны, как чередование горбов и впадин, достаточно наглядно: можно легко определить, как быстро меняется положение гребня, а, значит, оценить скорость волны.

Возникновение механической волны легко продемонстрировать на примере колебаний в гибком шнуре. Один конец шнура жестко укрепляют в точке А, а свободный конец хлыстовым движением перемещают в вертикальиой плоскости. По шнуру начинает бежать упругая волна к точке А. В данном случае источником возмущения упругой среды была рука.

2. Важно подчеркнуть, что волна возникает лишь тогда, когда вместе с внешним возмущением появляются силы в среде, противодействующие ему. Обычно это силы упругости.

Механические волны возникают и перемещаются лишь в упругих средах. Такие среды достаточно плотные и соударение частиц в них напоминает упругое соударение шаров. Именно это позволяет частицам в волне передавать избыток энергии соседним частицам. При этом частица, передав

часть энергии, возвращается в исходное положение. Этот процесс продолжается дальше. Таким образом, вещество в волне не перемещается. Частицы среды совершают колебания около своих положений равновесия.

Чем более разрежена среда, тем быстрее затухает волна в ней, и тем меньше ее скорость.

3. В зависимости от того, в каком направлении частицы совершают колебания по отношению к направлению перемещения волны, различают ***продольные*** и ***поперечные*** волны.

В ***продольной*** волне частицы совершают колебания в направлениях, совпадающих с перемещением волны. Такие волны возникают в результате сжатия-растяжения. Следовательно, они могут возникнуть и в газах, и в твердых телах, и в жидкостях.

В ***поперечной*** волне частицы совершают колебания в плоскостях, перпендикулярных направлению перемещения волны. Такие волны – результат деформации сдвига. Значит, эти волны могут возникать лишь в твердых телах, ибо в газах и жидкостях такой вид деформации невозможен.

III. Закрепление изученного

С целью более глубокого закрепления материала в конце урока можно провести краткий опрос-беседу. Важно, чтобы в такой беседе участие принимали все учащиеся – высказывали свое мнение, исправляли ошибки, дополняли ответы.

– Каковы свойства механических волн?
– Переносят ли механические волны энергию? Вещество?
– Что может являться источником волн?
– На какие виды делят механические волны в зависимости от того, в каком направлении частицы совершают колебания?
– Каковы отличия продольных волн от поперечных?

Домашнее задание

1. § 21 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 105–106.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 889, 890, 891.

Урок 30. Скорость и длина волны. Решение задач

Цель: изучить характеристики механических волн.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Повторение изученного материала можно провести путем фронтального опроса учащихся. Для этого можно заготовить карточки с несколькими вопросами, например:

– При каких условиях возникают механические волны?
– Происходит ли перемещение вещества в механической волне?
– Какие виды механических волн вы знаете?

– В каких средах возникают и перемещаются волны?
– Что называется волной?
– Приведите примеры упругих сред.

Ответы на подобные вопросы не требуют много времени и позволяют быстро и качественно выявить уровень усвоения материала.

II. Изучение нового материала

Переходя к изложению нового материала, следует заметить, что любой физический процесс всегда описывается рядом характеристик, значения которых позволяют более глубоко понимать содержание процесса. Волновые явления в упругих средах также имеют определенные характеристики.

К ним можно отнести скорость волны (v), длину волны (λ), амплитуду колебаний в волне (A), период и частоту колебаний (T, v):

v – скорость волны
λ – длина волны
v – частота
A – амплитуда колебаний в волне
T – период колебаний

Скорость механических волн, в зависимости от вида волны и упругих свойств сред, может меняться от сотен метров в секунду до 10–12 нм/с.

Под длиной волны λ понимают то расстояние, которое проходит волна за время, равное периоду колебаний.

Совершенно очевидно, что для конкретной среды длина волны должна быть конкретной величиной:

$$\lambda = v \cdot T.$$

$$v = \frac{\lambda}{T}.$$

Если графически представить волну как колебания, которые перемещаются во времени и пространстве (рис. 112), получаем:

длина волны: $\lambda = 1000$ м;

период колебаний: $T = 0{,}4$ с;

скорость волны равна: $v = \frac{\lambda}{T} = 2500$ м/с.

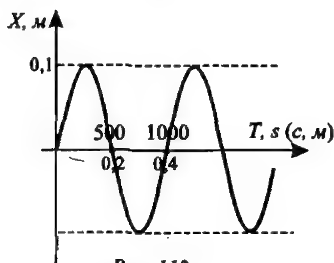


Рис. 112

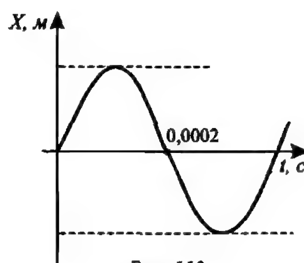


Рис. 113

Следует заметить, что частота колебаний в волне всегда совпадает с частотой колебаний источника волны.

При этом упругие свойства среды не сказываются на частоте колебания частиц. Лишь при переходе волны из одной среды в другую происходит изменение скорости и длины волны, а частота колебаний частиц остается по-прежнему постоянной.

III. Решение задач

После объяснения материала будет полезным решить несколько задач по изученной теме.

Задача 1

По графику волны (рис. 113) определить длину волны, скорость которой 340 м/с.

Дано:	Решение:
$v = 340$ м/с	$\lambda = v \cdot T$
$\lambda = ?$	По графику определяем T: $T = 0{,}0004$ с.
	Тогда:
	$\lambda = v \cdot T = 340$ м/с $\cdot\ 0{,}0004$ с $= 0{,}136$ м.

(*Ответ:* $\lambda = 0{,}136$ м.)

Задача 2

Частота колебаний в волне 10000 Гц, а длина волны 2 мм. Определить скорость волны.

Дано:	Решение:
$\nu = 10000$ Гц	$\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$ м.
$\lambda = 2$ мм	Так как $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu}$, то
$v = ?$	$v = \lambda \cdot \nu = 2 \cdot 10^{-3}$ м $\cdot$ 10000 Гц $= 20$ м/с.

(*Ответ:* $v = 20$ м/с.)

Задача 3

Длина волны равна 2 м, а скорость ее распространения 400 м/с. Определить, сколько полных колебаний совершает эта волна за 0,1 с.

Дано:	Решение:
$v = 400$ м/с	$\lambda = v \cdot T \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v}$.
$\lambda = 2$ м	
$\Delta t = 0{,}1$ с	
$n = ?$	Тогда: $n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{v}{\lambda} \cdot \Delta t = \frac{400\ \text{м/с} \cdot 0{,}1\ \text{с}}{2\ \text{м}} = 20$.

(*Ответ:* $n = 20$.)

Домашнее задание

1. § 22 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 107–110.
3. Желающие ученики могут к следующему уроку подготовить доклады по темам «Землетрясения», «Цунами».

Урок 31. Сейсмические волны

Цель: изучить условия образования и перемещения сейсмических волн.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания целесообразно провести, разбирая решения задач у доски. Каждый ученик, приводящий решение задачи, должен следить за правильным оформлением задачи и отвечать на вопросы остальных учащихся по ходу решения. Если такие вопросы, конечно, возникнут.

К примеру, решение задачи 109 («Задачи и упражнения») предполагает понимание таких характеристик волны, как длина λ, период колебаний в волне T. Приведем полное решение этой задачи:

Задача 109

В озеро упала ветка. Пробегавший мимо олень успел заметить, что волна, созданная падением ветки, дошла до берега за 10 с, причем расстояние между соседними гребнями волн было ровно 10 см и за 2 с было 4 всплеска о берег. Помогите оленю определить, как далеко от берега упала ветка.

Дано:	Решение:
$t = 20$ с $t_1 = 2$ с $n = 4$ $\lambda = 10$ см $s = ?$	По условию задачи длина волны – расстояние между соседними гребнями волн. Тогда, найдя период колебаний в волне, можем найти скорость волны, а затем и расстояние s: $T = \frac{t_1}{n} = \frac{2с}{4} = 0{,}5$ с.

Так как $\lambda = v \cdot T$, то $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}1м}{0{,}5с} = 0{,}2$ м/с.

Отсюда $s = v \cdot t = 0{,}2$ м/с $\cdot$ 10 с $= 2$ м.
(*Ответ:* $s = 2$ м.)

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Определение сейсмических волн.
2. Эпицентр землетрясения. Определение эпицентра.
3. Виды землетрясений, их значение. Доклады учащихся.
4. Цунами. Доклады учащихся.

1. Новый материал носит в основном познавательный характер, расширяющий взгляды учеников на суть механических волн.

В начале урока следует сообщить, что сейсмические волны – это волны, которые образуются в земной коре при различных тектонических процессах, либо при подземных ядерных взрывах.

Ясно, что в твердой части Земли могут образовываться как продольные, так и поперечные волны. Скорость первых достигает величин примерно 10 км/с, а поперечных волн – 5 км/с.

2. Именно разность скоростей двух видов сейсмических волн позволяет определять эпицентры землетрясений. Это регистрируют при помощи чувствительных приборов – ***сейсмографов***. Основой сейсмографа является маятник, который начинает движение по приходу волны. Если соединить маятник с самопишущим устройством, то получают график на ленте.

Зная запаздывание Δt в приходе поперечной волны по сравнению с продольной, удаление эпицентра до станции будет:

$$s = (v_{пр} - v_{поп}) \cdot \Delta t.$$

Чтобы найти координаты эпицентра землетрясения, необходимо использовать данные хотя бы двух станций: ведь данные одной сейсмостанции позволяют определить лишь расстояние до эпицентра землетрясения, но не его положение.

3. Необходимо отметить, что на земле в течение года происходит огромное количество землетрясений, но большинство из них люди просто не замечают, так как они очень слабые. Хотя бывают и иные землетрясения, которые приносят огромные разрушения и гибель людей.

Далее, пользуясь таблицей 4 учебника (с. 60), можно дать анализ землетрясений по их силе и привести примеры наиболее разрушительных землетрясений.

Люди всегда старались уменьшить последствия землетрясений и в сейсмоопасных зонах строили специальные здания, которые могли выдерживать заметные толчки. Это относится к Японии, тихоокеанскому побережью США, странам Центральной Америки и другим.

Очень важной задачей является прогнозирование сроков землетрясений, но пока нет точных методик для таких прогнозов. Постоянно ведутся работы по изучению глубинной природы образования сейсмических волн, что позволит точнее прогнозировать разрушительные землетрясения и свести к минимуму число человеческих жертв.

Можно заметить, что вопросы образования сейсмических волн вышли за пределы Земли: сейсмографы, установленные на поверхности Луны, также регистрируют множество, правда очень слабых, землетрясений.

Далее выслушиваются сообщения учащихся по рассматриваемому вопросу.

4. Очень своеобразно проявляются последствия землетрясений, происходящих на дне мирового океана. Это приводит к образованию в океане особого вида волн – ***цунами***, – которые перемещаются по океану со скоростью в 400–500 км/ч и, подходя к побережью, вырастают в огромные, до 20–30 м волны. Такие волны полностью разрушают все на побережье.

Домашнее задание

1. § 23 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 113–114.
3. Два ученика (по желанию) могут подготовить доклады по темам: «Величайшие землетрясения современности» и «Животные – индикаторы приближающегося землетрясения».

Урок 32. Звуковые волны

Цель: ознакомить учащихся со звуковыми волнами как одним из видов механических волн.

Демонстрации: звучание камертона; возбуждение звуковых волн при помощи металлической линейки.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно построить на заслушивании докладов заранее подготовленных учеников.

При выслушивании докладов у учащихся неизбежно возникнут вопросы, на которые отвечают, как правило, сами докладчики. Такая форма опроса и проверки знаний активизирует познавательную деятельность учащихся, а также развивает самостоятельность в работе с литературой.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:
1. Определение звуковых волн.
2. Источники звука. Искусственные и естественные источники.

1. Перед тем, как приступить к освещению нового материала, следует сказать, что механические волны занимают очень широкий диапазон по частоте колебаний. Он условно занимает частотный спектр $0 \leq \nu_M \leq 200$ кгц.

Далее на простом примере можно показать, что один и тот же тип колебаний в определенной ситуации мы можем слышать, а в другой – нет: длинная линейка, защемленная в тисках, совершает колебания, которые мы не слышим. Стоит только укоротить линейку и возбудить в ней колебания, как мы сразу станем их слышать. При этом важно заметить, что частота колебаний возросла.

Упругие волны, которые воспринимаются человеческим слухом, называются ***звуковыми***. Раздел механики, изучающий звуковые волны, называется ***акустикой***.

Ухо нормального человека устойчиво может воспринимать звуковые колебания в диапазоне частот от $\nu = 20$ Гц до $\nu = 20000$ Гц. Конечно, далеко не каждый человек может воспринимать волны с $\nu = 20$ Гц или $\nu = 20000$ Гц. В то же время человеческое ухо очень чутко реагирует на колебания внешней среды, хотя с возрастом эта чувствительность уменьшается. Для взрослого человека весь акустический диапазон недоступен и рабочим диапазоном является 50 Гц $\leq \nu_{зв} \leq 14000$ Гц.

Важность звуковых волн трудно переоценить. Общение людей основано на возможности воспринимать речь другого человека.

2. Любое тело, совершающее колебания с частотой 20 Гц $\leq \nu \leq 20000$ Гц, порождает возникновение звуковых волн и называется ***источником звука***.

Среди животных, птиц и рыб существуют виды, которые воспринимают упругие волны с очень низкими и с очень высокими частотами. Самым

универсальным в этом смысле является дельфин, который способен воспринимать волны с частотой колебаний в диапазоне 0,4 кГц < ν < 200 кГц.

Среди источников звука есть как ***естественные*** источники, так и ***искусственные***.

Примером искусственных источников звука является камертон (учитель демонстрирует работу камертона). Он был изобретен в начале XVIII века для настройки музыкальных инструментов.

Суть образования звуковой волны камертоном заключается в том, что при ударе по одной его ветви, вторая ветвь также начинает колебаться. Для усиления звуковых волн ветви камертона часто укрепляют на резонаторном ящике, который открыт с одного торца. Стандартный камертон выдает волны с частотой 440 Гц.

Далее нужно подчеркнуть, что звуковые колебания возникают не только в твердых телах и не только от колебания твердых тел. Примером образования звуковых волн в воздухе является образование грома при грозовых разрядах. Физика данного явления заключается в том, что рядом с каналом грозового разряда воздух нагревается до очень большой температуры и его расширение приводит к образованию ударной волны. Она затем постепенно переходит в звуковые колебания.

Типичным примером источника звука является и обычная звуковая сирена. Ее работа основана на периодическом прерывании воздушного потока, проходящего через колесо с отверстиями. Частота звука такой сирены определяется по формуле:

$$\nu = n \cdot k,$$

где n – число оборотов колеса за 1 с, а k – число отверстий в колесе.

Звуковые волны являются продольными, они образуются при деформациях сжатия-растяжения в любых средах: жидкость, твердое тело, газ.

Домашнее задание

1. § 24 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 113.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 898–901.

Урок 33. Звук в различных средах

Цель: рассмотреть особенности движения звуковых волн в различных средах.

Демонстрации: источник звука под воздушным колоколом.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверку учащихся по изученной теме можно выполнить фронтально по карточкам с индивидуальными заданиями для выбранной группы учеников. Содержание карточек может быть примерно таким:

– Что изучает акустика?

– Что такое звуковая волна?
– Как показать, что звуковая волна продольная?
– Определить, кто чаще взмахивает в полете крылышками: шмель или комар.
– Приведите примеры искусственных источников звука.

В это время учитель может обсудить с остальными учащимися наиболее непонятные места материала.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Демонстрация опыта с будильником под воздушным колоколом.
2. Распространение звуковых волн в газах.
3. Распространение звука в жидкостях.
4. Распространение звуковых волн в твердых телах.

1. Говоря о звуковых волнах, необходимо подчеркнуть, что эти волны являются механическими, и поэтому они могут возникать и перемещаться лишь в упругих средах.

Затем учитель может продемонстрировать очень наглядный опыт: поместить настроенный на отрезок времени t будильник или звонок под купол воздушного колокола.

Если в лаборатории есть хороший насос, то, одновременно включив звонок и двигатель насоса, можно наблюдать, как ослабевает трель звонка. Опыт блестяще показывает, что в вакууме звуковые волны не возникают и не распространяются.

2. Наименее плотной средой является газ. Поэтому скорость звуковых волн в нем небольшая. Причем волны в газе затухают достаточно быстро. При нормальных условиях, например, скорость звука в воздухе равна:

$$v_{зв} = 334 \text{ м/с}.$$

Конечно, скорость звука в зависимости от сорта газа может заметно меняться.

Особо следует подчеркнуть, что скорость звука в газах зависит от температуры газа. Конечно, в рамках небольшого изменения температуры скорость меняется незначительно. Например, для воздуха при t = 20 °С скорость звука равна 334 м/с, а при t = 0 °С она равна 331 м/с.

На качественном уровне этот факт можно объяснить тем, что прн низких температурах скорость молекул газа меньше и процесс переноса колебательного процесса молекул также уменьшается.

3. Говоря о скорости звука в жидкости, следует отметить, что в ней скорость звука больше, чем в газе, Так как жидкость является более упругой и плотной средой, и взаимодействие смежных слоев молекул в жидкости происходит быстрее, чем в газе.

Впервые скорость звука была измерена в воде на Женевском озере в 1826 г. Она оказалась равной 1440 м/с. Особенностью движения звуковых волн в жидкости является то, что при переходе волны из воздуха в воду из-за отражения на границе «воздух-вода» в воду попадает лишь малая часть энергии исходной волны. Почти 99% энергни волны отражается.

Когда волна идет из воды в воздух, опять около 99% энергии волны отражается в воду. Следовательно, очень редко звуковые волны, созданные под водой, регистрируются на берегу. Для регистрации звуковых волн под водой регистрирующие приборы необходимо опустить на определенную глубину, тогда можно услышать множество звуков, которые издают живые организмы подводного мира.

4. Самая большая скорость звуковых волн, естественно, в твердых телах. Это объясняется особенностью строения твердых тел.

Так как звуковая волна является продольной, то она не гаснет, переходя из твердого тела в газ или жидкость, поэтому при подземных взрывах, землетрясениях всегда слышен гул.

Так как твердые тела хорошо проводят звуковые волны, на этом принципе основано обучение глухих людей игре на музыкальных инструментах и танцам. Вибрация пола, корпуса музыкального инструмента позволяет глухим людям распознавать музыкальные такты и даже ноты.

Домашнее задание

1. § 25 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 114.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 904, 905.

Урок 34. Громкость и высота звука. Эхо

Цель: изучить основные характеристики звуковых волн.
Демонстрации: бумажный рупор; работа широкополосного динамика.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При проверке домашнего задания разбираются ответы на вопросы в конце 25-го параграфа, а также проверяются решения домашних задач. Будет очень полезным, если, немного усилив объем экспериментального задания, предложить отдельным ученикам продемонстрировать его на уроке. Например, положив работающий секундомер в металлическую коробочку, мы снова слышим ход секундомера. Стоит только поверх секундомера положить кусок ваты, как ход часов становится неслышен. Это указывает на то, что звуковые волны в некоторых средах очень хорошо поглощаются.

Примером хорошей проводимости звуковых волн может явиться металлический стержень длины $(1{,}5 \div 2)$ м. Приведя в соприкосновения корпус секундомера и один из торцов стержня, мы, приложив ухо к другому торцу, услышим ход часов. Для уменьшения поглощения звуковой волны стержень лучше подвесить на двух нитях.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Демонстрация опыта с рупором.
2. Громкость и высота звука.

3. Использование мегафонов и громкоговорителей, фонографов.
4. Тон и тембр.
5. Эхо.

1. Изложение нового материала можно начать с демонстрации бумажного рупора. При этом учащиеся наблюдают, что это устройство как бы фокусирует звуковую волну, не давая ей быстро угасать.

2. Мы знаем, что важнейшими характеристиками любой волны являются скорость, амплитуда, период и длина. Для звуковой волны основными становятся амплитуда A и период колебаний T. Почему?

Любое человеческое ухо может воспринимать волну лишь при определенной амплитуде колебаний и определенной частоте. Оптимальный диапазон для человека 1000 Гц $\leq \nu \leq$ 5000 Гц. В этом случае без напряжения человек воспринимает звуковую волну. Говоря об энергии, переносимой волной, мы связываем это с величиной амплитуды колебаний. Но это можно делать, измеряя интенсивность звука.

Под ***интенсивностью*** звука понимают ту энергию, которая в течение 1 *с* переносится через площадь, равную 1 м^2. Человек может воспринимать волны с очень малой и очень большой интенсивностью. При этом данные интенсивности звуков могут отличаться в триллионы раз. Данный факт подчеркивает, что человеческие органы слуха очень совершенны и гибки в смысле настройки на разные волны.

Любая физическая величина должна быть измерена. За единицу громкости принят 1 сон. 1 сон – небольшая единица. Этому значению соответствует тихий разговор. Шум улицы – примерно 10 сон. Звук работающего реактивного двигателя составляет примерно 250 сон. Начиная с громкости 200–210 сон возникают болевые ощущения.

3. Для усиления человеческого голоса используют мегафоны и громкоговорители (динамики).

Можно продемонстрировать, как изменяется громкость при помощи усилителя, соединенного с динамиком. Лучше, если воспроизводится музыкальная запись на магнитофонной ленте или диске.

Оказывается, что рупор можно применять не только для усиления звуковых волн, но и для усиления звука при приеме. Очень наглядным является опыт, который можно легко поставить в классе. На расстоянии 4–5 метров стоят два ученика. Один нз них прн помощи рупора шепчет произвольные фразы. При этом второй ученик не различает пришедшне волны. Если он приложит к уху второй рупор, то смысл фраз становится понятным.

В основу первых звукозаписывающих и воспроизводящих устройств (фонографов) был положен принцип улавливания звуковых волн рупором с последующей передачей колебаний мембраны на иглу, которая оставляла канавки на поверхности фольги. Воспроизведение производилось путем перемещения иглы по готовым канавкам по фольге.

4. Любая звуковая волна характеризуется и высотой звука. Она определяется частотой колебаний в волне. Для волны, в которой есть колебания только одной частоты, вводят понятие ***тона***.

Если звуковая волна имеет несколько звуковых частей, то говорят о ***тембре***. Именно тембр позволяет различать знакомые голоса от незнакомых, звучание гитары от флейты. Тембр – индивидуальная особенность сложной звуковой волны.

Можно обратить внимание учеников на таблицы 5 и 6 в учебнике (с. 70, 71). Они показывают диапазоны по частоте музыкальных инструментов и человеческого голоса.

5. Если есть много отражений звуковой волны от препятствий, наблюдается явление ***ревербации*** – увеличение длительности звуковой волны. Это явление устраняют путем увеличения поглощения волн. Для этого обивают стены и потолок материалами, поглощающими звуковые волны.

Интересным явлением является *эхо*. Эхо – звуковые волны, которые доходят до источника звука после отражения от препятствий.

Часто это наблюдается в горах, на опушках леса. Эхо возникает, если до нас доходят звуковые волны, отразившиеся от нескольких препятствий и разделенные интервалами времени Δt равными 50–60 мс. При этом возникает многократное эхо.

Домашнее задание

1. § 26 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие могут подготовить к следующему уроку сообщения о использовании инфразвука и ультразвука в промышленности, технике.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 113.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 906–909.

Урок 35. Инфразвук и ультразвук

Цель: знакомство с механическими волнами околозвуковых диапазонов.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

Проверку домашнего задания можно провести, выслушав ответы учащихся по вопросам к § 26 учебника.

Любые ответы у доски должны служить не только для проверки знаний отвечающих, но и для активизации познавательного процесса остальных учеников, которые, внимательно слушая, подмечают неточности в ответах, задают дополнительные уточняющие вопросы.

При этом желательно, чтобы любой ответ в итоге сопровождался дополнительными уточнениями и ценными добавлениями.

II. Изучение нового материала

План изложения нового материала:

1. Определение инфразвука и ультразвука.
2. Инфразвук; доклады учащихся.
3. Ультразвук; доклады учащихся.

1. Объяснение нового материала целесообразно начать с уточнения того факта, что механические волны занимают достаточно большой частотный диапазон. Поэтому слева и справа от акустического диапазона с полосой 20 Гц $\leq \nu_{зв} \leq$ 20000 Гц находятся два частотных диапазона с $\nu <$ 20 Гц и $\nu >$ 20000 Гц, которые не воспринимаются человеческим ухом.

Механические волны, частота колебаний в которых $\nu < (16 \div 20)$ Гц, называются ***инфразвуковыми*** волнами.

А волны, для которых $\nu >$ 20000 Гц, называются ***ультразвуковыми***.

Каждый из этих диапазонов обладает своими свойствами.

2. Для инфразвуковых волн характерно то, что отдельные волны диапазона с частотой 6–8 Гц способны вызывать у человека резонирование внутренних органов, ибо собственная частота тела человека примерно такая же. Все это может приводить к локальным разрушениям внутренних органов и к кровоизлияниям. Кроме этого, инфразвук действует и на человеческую психику, что приводит к необъяснимому беспокойству и истерике.

Что-то подобное можно наблюдать, когда звучание низких частот музыкальных инструментов во время концертов резко меняет настроение слушателей.

Среди животных, скажем, медузы способны регистрировать инфразвуковые волны с частотой 8–12 Гц, которые зарождаются в зоне шторма.

Особенностью инфразвуковых волн является то, что они очень слабо поглощаются средами и поэтому могут распространяться на большие расстояния.

Далее можно заслушать сообщения учащихся о роли инфразвуковых волн в деятельности человека, о их влиянии на жизнь людей и животных.

3. Говоря об ультразвуковых волнах, можно отметить, что эти волны для ряда животных и птиц играют обычную роль как для общения (дельфины), так и для ориентирования в пространстве (летучие мыши).

Особенностью ультразвуковых волн является то, что они достаточно остронаправленные, что приводит к их малому рассеиванию при движении в средах. Эта особенность используется при работе устройств, которые помогают кораблям обнаруживать препятствие или определять форму морского дна. Это – эхолоты и гидролокаторы. Любой крупный сейнер оборудован такими устройствами. С их помощью определяют положение косяков рыб. Многие военные суда оборудованы ультразвуковыми установками для зондирования окружающего пространства.

В технике ультразвуковые установки служат для определения скрытых дефектов в массивных отливках, валах турбин, трещин в рельсах.

В медицине при помощи ультразвука дробят камни в желчных протоках и почках. При этом образуются различные суспензии, которые выводят наружу вредные образования.

Ультразвук – прекрасный стерилизатор. С помощью этих волн очень надежно и быстро уничтожаются микробы.

Домашнее задание

1. § 27 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Разгадать кроссворд (учебник, с. 75).

Урок 36. Решение задач. Подготовка к контрольной работе

Цели: обобщение изученного материала; развитие навыков самостоятельной работы.

Ход урока

I. Проверка домашнего задания

Первые минуты урока можно посвятить проверке работы с кроссвордом. При этом, как правило, большинство учащихся успешно справляются с этим видом работы.

Будет полезным, если при ответах на вопросы к параграфу будут даваться полные определения.

II. Повторение материала, изученного по теме «Колебания и волны»

Перед тем как приступить к решению задач, необходимо повторить весть теоретический материал по изученной теме, остановиться на основных терминах, определениях и соотношениях.

- Что такое механические колебания?
- Приведите примеры свободных механических колебаний; вынужденных механических колебаний.
- Чем отличаются затухающие колебания от незатухающих?
- Встречаются ли в природе незатухающие свободные колебания?
- От чего зависят частота и период колебаний маятника, нитяного маятника?
- От чего зависят частота и период колебаний пружинного маятника?
- Что такое волна? Дайте определение длины и частоты волны.
- Какие виды механических волн вы знаете?
- В какой последовательности на шкале длин волн следует расположить диапазоны слышимого звука, ультразвука и инфразвука?
- Что такое резонанс?
- При каком условии возникает резонанс?
- Почему иногда при исполнении оперных арий хрустальные люстры начинают звенеть?
- Переносят ли механические волны вещество или энергию?
- Чем отличаются продольные и поперечные волны? Назовите основные их особенности.

По ходу опроса учитель на доске выписывает основные соотношения:

$$T = \frac{t}{n}; \qquad \nu = \frac{1}{T};$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}; \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}};$$

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu}.$$

III. Решение задач

В качестве примера учитель может привести у доски подробное решение следующей задачи:

Задача 1

Нитяной маятник за 1 мин совершил 15 полных колебаний. Сколько колебаний за 30 с совершит этот маятник, если длину его нити увеличить в 2 раза?

Дано:
$t_1 = 60$ с
$n_1 = 15$
$t_2 = 30$ с
$l_2 = 2l_1$
$n_2 = ?$

Решение:

Так как $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$, то $T_1 = \frac{60с}{15} = 4$ с.

Поскольку период колебаний нитяного маятника $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$,

находим l_1: $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$; $T_1^2 = 4\pi^2\frac{l_1}{g}$; $l_1 = \frac{T_1^2 \cdot g}{4\pi^2} = \frac{(4\text{ c})^2 \cdot 9{,}8\text{ м/с}}{4\cdot(3{,}14)^2} \approx 4$ с.

Теперь найдем период колебаний маятника с $l_2 = 2l_1 = 8$ м:

$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{\frac{8}{10}} \approx 5{,}8$ с. Тогда: $n_2 = \frac{t_2}{T_2} = \frac{30\text{ с}}{5{,}8\text{ с}} \approx 5{,}2$.

(*Ответ:* $n_2 = 5{,}2$.)

Конечно, эта задача объемная, но учитывая, что учитель приводит решение у доски, ее решение хорошо усваивается учащимися.

Для самостоятельного решения можно предложить более простые задачи, которые затруднений вызвать не должны, например:

Задача 2

Скорость механической волны равна 400 м/с, а частота колебаний в волне $\nu = 6000$ Гц. Определить длину волны и период колебаний.

(*Ответ:* $\lambda = 6{,}6$ см.)

Задача 3

Пружинный маятник совершает колебания с периодом 2 с. Масса груза равна 200 г. Определить жесткость пружины.

(*Ответ:* $k = 2$ Н/м.)

Задача 4

Сколько полных колебаний за 20 с совершит нитяной маятник с длиной нити 50 с?

(*Ответ:* $n = 14{,}3$.)

Задача 5

По графику (рис. 114) определите, какая волна имеет большую частоту колебаний частиц в ней. Чему равны частоты колебаний?

(*Ответ:* $\nu_1 = 2{,}5$ Гц, $\nu_2 = 1{,}25$ Гц, $\nu_1 > \nu_2$.)

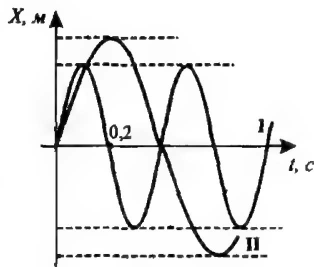


Рис. 114

Домашнее задание

1. Повторить § 17–27 учебника.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 112–114.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 910, 913, 914.

Вариант урока 36. Игра «Что? Где? Когда?» (обобщающий урок по теме «Колебаний и волны»)

Цели: обобщить, систематизировать знания по теме «Колебания и волны»; совершенствовать навыки решения задач различного типа; расширить кругозор учащихся.

Оборудование: песочные часы, волчок, билетики с номерами, конверты с вопросами, лабораторное оборудование для демонстрации опытов, игровой стол, столы для зрителей.

Комментарии для учителя: Перед началом урока-игры оглашаются правила. Назначаются капитаны команд. Капитаны на листочках пишут список членов своей команды и проставляют любое двузначное число. Команда, обозначившая наименьшее число, начинает игру. Вопросы составляет сам учитель или совместно с активом старших учащихся. Каждый вопрос должен начинаться с одного из слов названия игры (что? где? когда? почему?) и быть интересным. На все вопросы у ведущего заранее должны быть правильные ответы.

Ход игры

Условия игры:

- На обдумывание вопроса даётся одна минута
- Если команда, посовещавшись, дает правильный ответ, то каждый её участник получает одно очко, а отвечавший – очко со знаком «+»; («+» означает учет ответа);
- Если команда не смогла ответить на вопрос, то на него отвечает любой зритель, получая за это тоже очко со знаком «+»;
- Высказываться могут все желающие, единственное условие - не повторяться;
- Если и команда, и зрители не ответили на вопрос, он снимается, и ведущий зачитывает правильный ответ;
- Если команда не дала правильный ответ на предложенный ей вопрос, она освобождает игровой стол;
- Команда, правильно отвечающая на вопросы, может давать подряд ответы не более чем на 5 вопросов;
- Во время ответа никто не имеет права добавлять или исправлять говорящего. Уточнить вопрос и ответ может только ведущий;
- Желающие дополнить ответ, высказывать что-то по поводу игры должны поднять руку;
- За оригинальные дополнения ведущий может дать говорившему поощрительное очко со знаком «+»;

- За подсказки, разговоры, передачу подсказок жестами, записками участники игры (в том числе и зрители) подвергаются штрафу. У них вычитается одно очко;
- В конце игры участники, набравшие 6 и более очков, получают две пятерки, 5 очков – оценку «5», 4 очка – «4». Право на оценку в журнале имеют только очки со знаком «+», свидетельствующие о самостоятельном полном и правильном ответе;
- Ведущим может быть любой ученик этого или другого класса, либо учитель;
- Во время игры можно пользоваться справочной литературой либо учебником.

Возможные вопросы:

1. Приведите пример живого сейсмографа. С какой точностью такой сейсмограф может определять амплитуду колебаний? (*Саранча – живой сейсмограф – ощущает колебания с амплитудой, равной диаметру атома водорода.*)

2. Известно, что змеи не имеют внутреннего уха. Как же они воспринимают звуковые колебания? (*Вообще змеи глухи, но зато они своей брюшной поверхностью воспринимают колебания, идущие через почву.*)

3. Наблюдая за поведением паука, заметили, что он выскакивал из своего укрытия и стремительно направлялся к мухе, попавшей в расставленную им сеть, только тогда, когда там находилась муха средней величины; если же попадала малая муха, то паук часто не обращал на нее внимания. Какнм образом паук мог судить о размера своей жертвы? (*Паук с помощью особых чувствительных органов на лапках воспринимает колебания паутины и по их силе узнает, какого размера муха попалась в его западню. Если муха слишком мала, паук может не обратить на нее внимания. Если же колебания сильны, паук бросается к жертве и разрывает нити, освобождая ее и тем самым спасая остаток своей сети.*)

4. Ученые установили, что пчела, летящая ее взятком (собранный ею цветочный сок) в улей, взмахивает своими крылышками приблизительно 300 раз в секунду, а ненагруженная – около 440 в секунду. Объясните, как опытные пчеловоды узнают по жужжанию пчел, летят ли они за добычей или возвращаются домой. (*Крылышки нагруженной пчелы издают звук более низкого тона, чем ненагруженной.*)

5. Верна ли поговорка: «Нем как рыба»? (*Выяснено, что рыбы издают разные звуки. Характер их звучания меняется в зависимости от назначения: одни звуки рыбы издают при питании, другие при движении и так далее У них есть также своеобразные звуковые сигналы тревоги, по которым рассыпается, рассредоточивается вся стая. Способность издавать и воспринимать звуки и ультразвуки дает рыбам возможность в темноте на расстоянии ощущать плавающие организмы, различные препятствия. Это достигается путем получения отраженных звуковых сигналов по такому же принципу, как в гидролокации.*

Рыбы ощущают те мельчайшие ритмичные колебания, которые представляют собой звуковые волны в воде, при помощи множества мелких органов чувств, расположенных на их туловище вдоль так называемой боковой линии и на голове, а также при помощи своего очень несложного уха. Много интересного выяснилось о звуковых сигналах рыб. По характеру звука можно зачастую определить, какая рыба находится поблизости, а по мощности её звука – о ее количестве. Так, большие косяки сельди производят шум, похожий на чириканье молодых птенцов. Звук кильки напоминаёт гудение, подобное шороху ветвей при ветре. Обитающая в Средиземном и Черном морях большая рыба сциена издает довольно громкие, длительные и даже мелодичные звуки. Этим она выдает себя рыбакам, которые ловят ее по звуку. Современные познания о звуковых сигналах рыб дают возможность приступить к разработке практических способов использования звука для промыслового лова. Можно передавать через воду звуки или ультразвуки определенного характера и частоты колебаний, привлекающие рыб.)

6. Какие из животных, кроме летучих мышей, используют ультразвуковую локацию? (*Эхолокатор есть не только у летучих мышей. Он обнаружен у китов, дельфинов тюленей, рыб и др.*)

7. Каково назначение двух больших шарообразных пузырей, расположенных по бокам головы лягушки. (*Шарообразные пузыри у лягушки, раздувающиеся при крике, являются своего рода резонаторами. Они служат для усиления звука.*)

8. Почему в лесу довольно трудно определит, откуда идет звук? (*В лесу ухо воспринимает звуки, пришедшие не только непосредственно от их источника, но и те, которые пришли со стороны, отразившись от деревьев. Эти отраженные звуки и мешают определить верное направление на звучащий предмет.*)

9. Почему человеческое ухо воспринимает только продольные волны? (*Звуковые колебания от барабанной перепонки к органу корти передаются через лимфу, которая находится в жидком состоянии. Как известно, через жидкости хорошо распространяются лишь продольные волны.*)

10. Известно, что в момент опасности ящерица круглоголовка быстро зарывается в грунт. Как она это делает? (*Ящерица круглоголовка в момент опасности становится на хвост, начинает вибрировать и в результате этого быстро погружается в землю.*)

Подведение итогов игры выставление оценок.

Урок 37. Контрольная работа № 3 «Механические колебания и волны»

Цель: проверка качества усвоения изученной темы.

Уровень 1*

Вариант I

1. Какие из перечисленных ниже колебаний являются свободными? Укажите все правильные ответы:
   а) колебания груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от положения равновесия;
   б) колебания качелей, раскачиваемых человеком;
   в) колебания груза на нити, один раз отведенного от положения равновесия и отпущенного.

2. Подвешенный на нити груз совершает малые колебания. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения:
   а) чем длиннее нить, тем больше частота колебаний;
   б) при прохождении грузом положения равновесия скорость груза максимальна;
   в) частота колебаний зависит от массы груза;
   г) частота колебаний зависит от амплитуды.

3. Каковы свойства продольных волн? Укажите все правильные ответы:
   а) эти волны могут распространяться только в газах;
   б) продольные волны представляют собой чередующиеся растяжения и сжатия;
   в) частицы среды при колебаниях смещаются вдоль направления распространения волны.

Вариант II

1. Какие из перечисленных ниже колебаний являются вынужденными? Укажите все правильные ответы:
   а) колебания качелей, раскачиваемых человеком;
   б) колебания струны гитары;
   в) колебания чашек рычажных весов.

2. Подвешенный на пружине груз совершает малые колебания в вертикальном направлении. Считая колебания незатухающими, укажите все правильные утверждения:
   а) чем больше жесткость пружины, тем больше период колебаний;
   б) при прохождении грузом положения равновесия скорость груза максимальна;

---

* Первый уровень вариантов контрольной работы по теме «Колебания и волны» предлагается в виде тестовых заданий, то есть ученик выбирает из трех предложенных утверждений верные.

в) период колебаний зависит от массы груза;

г) период колебаний зависит от амплитуды.

3. Каковы свойства поперечных волн? Укажите все правильные ответы.

а) эти волны могут распространяться только в твердых телах;

б) поперечные волны представляют собой чередующиеся разрежения и сжатия;

в) скорость волны равна произведению длины волны на частоту волны.

Уровень 2

Вариант I

1. Пружинный маятник совершил 16 колебаний за 4 с. Определить период и частоту колебаний.

2. Найдите массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

3. На поверхности моря длина волны достигает 270 м, а период колебаний равен 13,5 с. Определить скорость распространения волны.

4. Происходит ли перенос вещества при движении механической волны в упругой среде?

Вариант II

1. Поплавок качается на волнах, скорость которых 1,5 м/с. Расстояние между двумя ближайшими гребнями волн равно 6 м. Определить период колебаний поплавка.

2. Нитяной маятник совершает колебания с частотой 2 Гц. Определить период колебаний и число колебаний за одну минуту.

3. Груз массой 9,86 кг колеблется на пружине, имея период колебаний 2 с. Чему равна жесткость пружины? Какова частота колебаний груза?

4. Кто чаще взмахивает крыльями в полете: муха или птица?

Уровень 3

Вариант I

1. Определите ускорение свободного падения на Луне, если маятниковые часы идут на ее поверхности в 2,46 раза медленнее, чем на Земле.

2. По графику (см. рис. 115) найдите амплитуду, период и частоту колебаний.

3. Почему в жидкой или газообразной средах не возникают поперечные волны?

4. Определите длину звуковой волны при частоте 200 Гц, если скорость распространения волн равна 340 м/с.

Вариант II

1. Во сколько раз изменится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать 3/4 длины жгута и подвесить на его оставшуюся часть тот же груз?

2. По графику (см. рис. 116) найдите амплитуду, период и частоту колебаний.

3. Почему в твердых телах могут распространяться и поперечные, и продольные волны?

4. Определите скорость звука в воде, если источник звука, колеблющийся с периодом 0,002 с, возбуждает в воде волны длиной 2,9 м.

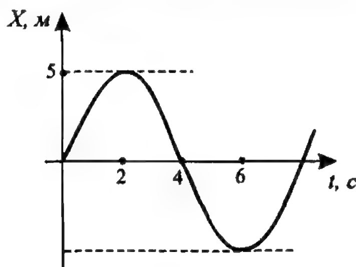


Рис. 115

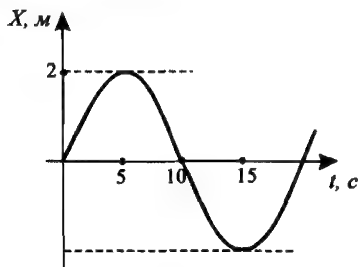


Рис. 116

Уровень 4

Вариант I

1. К пружине подвешено тело массой 2 кг. Если к нему присоединить тело массой 300 г, то пружина растянется еще на 2 см. Каков будет период колебаний, если трехсотграммовый довесок снять и предоставить телу массой 2 кг колебаться?

2. При какой скорости поезда маятник длиной 11 см, подвешенный в вагоне, особенно сильно раскачивается, если расстояние между стыками рельсов 12,5 м?

3. Сирена пожарной машины включается каждые две секунды. С какой скоростью мчится эта машина, если наблюдатель, к которому она приближается, слышит звуки сирены с интервалом 1,8 с?

4. В каких упругих средах могут возникать поперечные волны?

Вариант II

1. К пружине весов подвешена чашка с гирями. Период вертикальных колебаний чашки 1 с. После того, как на чашку положили добавочный груз, период стал 1,2 м. На сколько удлинилась пружина от прибавления добавочного груза, если первоначальное удлинение было 4 см?

2. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найдите полную механическую энергию колебаний и наибольшую скорость маятника. В каком положении она достигается?

3. Самолет летит горизонтально с постоянной скоростью. Когда наблюдатель слышит, что самолет находится над ним, он видит самолет под углом 60° к горизонту. Какова скорость самолета?

4. Почему в жидких или газообразных средах не возникают поперечные волны?

Глава IV
Внутренняя энергия

Урок 38. Тепловые явления. Температура

См. урок 1 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 28 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 915, 916.
3. Экспериментальное задание (для желающих). В стакан с холодной водой осторожно долить горячей воды. Измерить температуру воды у дна стакана, в середине и у поверхности. Какой можно сделать вывод? Как правильно измерять температуру жидкости?

Урок 39. Внутренняя энергия

См. урок 2 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 29 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 115–117.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 920, 921.

Урок 40. Способы изменения внутренней энергии

См. урок 3 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 30 учебника; вопросы и задания к параграфу; выполнить экспериментальное задание (учебник, с. 84).
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 118–120.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 929, 934.

Урок 41. Виды теплообмена

См. урок 4 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 31 учебника; вопросы и задания к параграфу; выполнить экспериментальное задание (учебник, с. 90).
2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады о применении теплопередачи в природе и технике. Примерными темами докладов могут быть: «Значение видов теплопередачи в авиации и при полетах в космос», «Виды теплопередачи в быту»,

«Теплопередача в атмосфере», «Учет и использование видов теплопередачи в сельском хозяйстве» и др.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 121–125.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 956, 960, 970, 979.

Урок 42. Примеры теплообмена в природе и технике

См. урок 5 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 32 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражиения (учебник, с. 126) № 126–130.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 965, 976, 981.

Урок 43. Расчет изменения внутренней энергии

См. урок 6 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 33 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 131–133.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1007, 1008, 1010.

Урок 44. Удельная теплоемкость

См. урок 7 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 34 учебиика; вопросы и задания к параграфу.;
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 134–136.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 933, 1003, 1004, 1030.

Урок 45. Расчет количества теплоты, необходимого для нагревания тела и выделяемого им при охлаждении

См. урок 8 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 35 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 143–146.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1007–1009, 1021.

Урок 46. Решение задач

См. урок 9 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 33–35 учебника.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 139–142.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1024, 1025, 1027.

Урок 47. Повторение и обобщение пройденного. Самостоятельная работа

См. урок 10 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 36 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Кроссворд (учебник, с. 100).

Урок 49. Лабораторная работа № 5 «Сравнение количества теплоты при смешивании воды разной температуры»

См. урок 13 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 33–36 учебника.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1026, 1031.

Урок 50. Контрольная работа № 4 «Внутренняя энергия»

См. урок 14 по программе А. В. Перышкина.

Глава V
Изменение агрегатных состояний вещества

Урок 51. Агрегатные состояния вещества

См. урок 15 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 37 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1012, 1013.

Урок 52. Плавление и отвердевание кристаллических тел

См. урок 16 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 38 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 153–156.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1055–1057.

Урок 53. Количество теплоты, необходимое для плавления тела и выделяющееся при его кристаллизации

См. урок 17 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 39 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 157 а), 158 а), 159 а), 160–164.

Урок 54. Решение задач

См. урок 18 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 38, 39 учебника.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 165, 166.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1074–1077.

Урок 55. Испарение и конденсация

См. урок 19 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 40 учебника; вопросы и упражнения к параграфу.

2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады о практическом использовании процесса испарения в быту и технике.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 167–169.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1103–1105.

Урок 56. Лабораторная работа № 6 «Наблюдение за охлаждением воды при ее испарении и определение влажности воздуха»

См. урок 20 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 40 учебника.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 170–172.

Урок 57. Кипение

См. урок 21 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 41 учебника; вопросы и упражнения к параграфу.
2. Экспериментальное задание к параграфу (с. 113).
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 173, 174.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1109–1111.

Урок 58. Количество теплоты, необходимое для парообразования и выделяющееся при конденсации

См. урок 23 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 42 учебника; вопросы и упражнения к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 175–178.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1114–1117.

Урок 59. Решение задач

См. урок 24 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить § 39–42 учебника.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 179–182.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1121–1123.

Урок 60. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании топлива

См. урок 11 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 43 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 183–186.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1035–1039.

Урок 61. Решение задач

См. урок 25 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. Повторить материал по теме «Изменение агрегатных состояний вещества».
2. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 187, 188.
3. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1043–1045.

Урок 62. Тепловые двигатели

См. урок 26 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 44 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады по темам:
   «Изобретение автомобиля и паровоза».
   «Первые паровозы».
   «Развитие железнодорожного транспорта в России».
   «Применение тепловых машин в промышленности».
   «Сравнительная характеристика тепловозов и электровозов» и др.
3. Задачи и упражнения (учебник, с. 126) № 189, 190.
4. Сборник задач В. И. Лукашика, Е. В. Ивановой, № 1126–1130.

Урок 63. Изобретение автомобиля и паровоза

Цели: познакомиться с историей создания автомобиля и паровоза.

Ход урока

I. Повторение. Проверка домашнего задания

При повторении материала проверку знаний можно провести фронтально, работая по карточкам, в которых может быть 5–7 вопросов и задач из следующего набора:

- Какие виды энергии преобразуются из одного вида в другой при работе паровой машины?
- Для чего служат машины?
- Может ли машина иметь КПД равным 100%? Почему?
- Как определить коэффициент полезного действия машины?
- Какие преобразования энергии происходят при работе ветряного колеса?
- При нагревании паров эфира в трубке, закрытой пробкой, она вылетает из трубки. Можно ли сказать, что это работа тепловой машины?
- Тепловая машина, получив 4000 Дж тепла, совершила работу в 1 кДж. Определите КПД машины.
- КПД машины 40%. Определите работу, которую совершила машина, если она получила 6 кДж тепла.
- Как можно повысить КПД тепловой машины?
- Зависит ли мощность тепловой машины от величины полезной работы, совершаемой машиной? Почему?

II. Изучение нового материала

При объяснении нового материала основное внимание нужно уделить пониманию учениками неизбежности применения всех открытий в физике в повседневной деятельности людей. Создание паровой машины Уатта, открытие деления ядер урана, создание полупроводников – все это нашло отражение в создании новых машин, приборов, источников энергии и так далее. Процесс внедрения новых машин и технологий в сферу человеческой деятельности обычно бывает тернист и сложен.

Внедрение паровых котлов и машин в производство имело не только несомненные достоинства, но и недостатки. Неполадки в котлах приводили к их частым взрывам и человеческим жертвам. Несомненно, это тормозило развитие отрасли, но процесс развития продолжался.

Знаменательной вехой в развитии паровых машин является 1770 год, когда французский инженер Ж. Кюньо построил первую самодвижущуюся тележку (лафет) для перевозки тяжелых орудий. Она приводилась в движение за счет энергии пара. Конечно, она была несовершенна и громоздка, ее КПД был очень мал.

Далее паровые котлы стали устанавливать на дилижансах для перевозки грузов и пассажиров. Трагедии, которые случались при эксплуатации дилижансов и паровых автомобилей, тормозили внедрение паровых машин, но остановить развитие паровых машин уже было нельзя. Паровые машины не могли развивать скорости более 10 км/ч.

Логическим продолжением развития паровых котлов явилось создание в 1803 году первого паровоза. Его построил англичанин Ричард Тревитик. Первая модель была неудачна как по конструкции, так и по невозможности применения на конной чугунной дороге – паровоз ломал рельсы.

Вторая модель уже развивала скорость до 30 км/ч. Но и эта модель лишь применялась для демонстрации перевозок. Широкого применения эти модели не получили прежде всего из-за непонимания большинством про-

мышленников выгоды от этих устройств. Господствовало убеждение, что паровоз не сможет тянуть состав, вес которого больше веса паровоза. Позднее доказали необоснованность этих предположений, но время уходило. Перелом в развитии железнодорожного транспорта наступил в 1823 году, когда английский инженер Джордж Стефенсон построил первый паровозостроительный завод. Лучшие модели паровозов Стефенсона развивали скорость до 50 км/ч. Сеть железных дорог начала неуклонно расти по Европе.

В России первый паровоз изобрели и построили в 1834 г. мастера Черепановы.

За более чем столетний период развития паровозов были построены очень удачные и экономичные для данного типа тепловых машин устройства. Лишь ближе к середине XX века на смену паровозам стали приходить электровозы и тепловозы.

В тепловозах вместо паровых машин стали применять двигатели внутреннего сгорания, а на электровозах – электрические двигатели. Скорости современных тепловозов и электровозов существенно отличаются от скоростей паровозов. Например:

Тепловоз ТЭ10Л	– скорость до 100 км/ч.
Тепловоз ТЭП60	– скорость до 160 км/ч.
Электровоз ЭР-200	– скорость до 200 км/ч.

Сейчас созданы и более совершенные и экономичные модели тепловозов и электровозов.

II. Доклады учащихся

Оставшуюся часть урока можно посвятить прослушиванию докладов, подготовленных учениками.

Домашнее задание

1. § 45 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Желающие ученики могут подготовить к следующему уроку доклады по теме «Двигатель внутреннего сгорания».

Дополнительный материал

Ефим Алексеевич Черепанов
(1774–1842)
Мирон Ефимович Черепанов
(1803–1849)

Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы отец и сын – замечательные русские изобретатели-самоучки. Они были крепостными уральских горнозаводчиков Демидовых. Лишь на 60-м году жизни отец и в 33 года сын получили вольную за изобретательскую деятельность. Талантливых механиков их хозяева горнозаводчики Демидовы направляли для ознакомления с достижениями техники в Петербург и за рубеж – в Швецию, Англию.

Русские самоучки успешно переняли там передовой технический опыт, изучали технические новинки.

Полученный опыт и природный талант позволили Черепановым изготовить более 20 оригинальных паровых ламп разной мощностью, создать ряд уникальных станков – токарных, винторезных, строгальных, гвоздильных и других.

Но самым замечательным делом Ефима Алексеевича и Мирона Ефимовича Черепановых стало строительство первой отечественной железной дороги и самых первых в мире паровозов.

Скорость первого «сухопутного парохода» – паровоза, построенного в 1834 г., была 15 км/ч. Но именно с этого паровоза и с этой дороги начинается история железнодорожного транспорта в нашей стране.

Уатт Джеймс
(19 января 1736 – 25 августа 1819)

Уатт Джеймс – выдающийся английский изобретатель. Родился в г. Гриноке в Шотландии. С 1757 г. работал механиком университета в Глазго и там же открыл мастерскую для изготовления и ремонта точных приборов. Здесь (консультируясь с английским ученым Дж. Блэком) исследовал свойства водяного пара с высокой для того времени точностью. Построенные им кривые зависимости температуры насыщенного пара от давления достаточно близко совпадают с современным в исследованном им интервале давлений.

В 1763 г. Уатт, работая над усовершенствованием действующей модели насосного парового двигателя Т. Ньюкомена, пришел к важному выводу о необходимости поддерживать цилиндр двигателя горячим. В 1765 г. этот вывод был подкреплен обширными экспериментами над моделью парового двигателя принудительно нового типа. Двигатель был снабжен отдаленным от цилиндра сепаратным поверхностным конденсатором и насосом для откачивания конденсата и воздуха.

В 1768 г. Уатт вместе с оказавшим ему денежную поддержку владельцем Карронского завода Робаком подал заявление о выдаче патента на «способы уменьшения потребления пара и вследствие этого – топлива в огненных машинах».

В полученном ими в 1769 г. Английском патенте (№ 013) излагался ряд новых технических положений, использованных Уаттом в своем двигателе:

1) поддержание температуры стенок цилиндра равной температуре поступающего в него пара за счет тепловой изоляции, тепловой рубашки и отсутствия контакта с холодными телами;
2) конденсация пара в отдельном сосуде-конденсаторе, температура в котором должна была поддерживаться на уровне окружающей среды;
3) удаление из конденсатора воздуха и других неконденсирующихся тел посредством насосов;
4) применение избыточного давления с выхлопом в атмосферу;
5) применение «коловратных» машин с однонаправленно вращающимся поршнем;
6) работа с неполной конденсацией (то есть с ухудшенным вакуумом). В этом же пункте патента описаны конструкции уплотнения поршня и отдельных деталей.

При применявшихся в то время давлениях пара в 1 ата введение отдельного конденсатора и откачка воздуха из него означали реальную возможность снижения расхода пара и топлива более чем вдвое.

Попытка построить в 1769 г. насосную паровую установку отдаленным конденсатором на Карронском заводе оказалась неудачной, Так как не смогли обеспечить необходимую обработку и плотность соединений. Позднее детали этой установки были улучшены и использованы при постройке новой машины на заводе крупного английского промышленника М. Болтона, которому Робак передал свои права. Новая машина, законченная в 1784 г., прошла длительные испытания, которые показа-

ли, что, сжигая 1 кг угля, она может пройти 60000 км, что более чем вдвое превышало эффективность лучших машин Уатта на шахтах.

Уатт детально исследовал процесс расширения пара в цилиндре двигателя, сконструировав для этой цели первый индикатор. Исследования показали выгодность применения расширения пара, и в 1782 г. Уатт получил английский патент № 1321 на паровой двигатель с расширением. Для компенсации потери мощности, вызываемой расширением пара в цилиндре того же объема, Уатт пришел к мысли использовать вторую половину цилиндра двигателя, создав, таким образом, цилиндр двойного действия. Для получения вращательного двигателя вала двигателя (что было особенно важно в связи с внедрением новых текстильных машин) Уатт, сохранив балансир, применил вместо кривошипно-шатунного механизма (запатентованного ранее в Англии: в 1779 г. М. Васбру и в 1780 г. Дж. Пикаром) планетарную зубчатую передачу. Другой конец балансира Уатт соединил со штоком двигателя при помощи изобретенного им механизма, то есть параллелограмма Уатта.

Указанные постепенные усовершенствования, которые Уатт вносил в паровой двигатель, позволили ему в 1784 г. получить патент на универсальный по применению паровой двигатель (английский патент № 1432). В этом двигателе Уатт ввел впервые центробежный регулятор с дроссельной заслонкой для поддержания постоянства числа оборотов вала. Универсальный двигатель Уатта благодаря его экономичности получил широкое распространение и сыграл большую роль в переходе к капиталистическому машинному производству. «Великий гений Уатта, – писал К. Маркс, – обнаруживается в том, что патент, взятый им в апреле 1784 г., давая описание паровой машины, изображает ее не как изобретение лишь для особых целей, но как универсальный двигатель крупной промышленности». Только завод Уатта и Болтона к 1800 г. построил свыше 250 паровых машин, а к 1826 г. в Англии насчитывалось до 1500 машин с общей мощностью 80 000 л. с. За редким исключением это были машины уаттовского типа. После 1784 г. Уатт занимался улучшением производства паровых машин на своем заводе; после 1800 г. вовсе устранился от дел.

Урок 64. Двигатель внутреннего сгорания

См.урок 27 по программе А. В. Перышкина.

Домашнее задание

1. § 46 учебника; вопросы и задания к параграфу.
2. Разгадать кроссворд в учебнике (с. 125).

Урок 65. Контрольная работа № 5 «Изменение агрегатных состояний вещества» и «Тепловые двигатели»

См. урок 28 по программе А. В. Перышкина.

Урок 66. Урок-соревнование по теме «Тепловые явления»

См. вариант урока 28 по программе А. В. Перышкина.

Урок 67. Заключительный урок по курсу «Физика 8 кл.»

Цели: подведение итогов по изученному курсу; обобщение изученного материала.

Ход урока

Очевидно, что форма проведения итогового урока может быть различной. Если есть возможность, можно провести экскурсию учеников на некоторые производства. Местами проведения экскурсий могут стать строительные площадки, отдельные цеха машиностроительных заводов, ткацкие цеха фабрик, речные и морские порты.

При этом необходимо, чтобы ученики понимали назначение данной экскурсии, знали и ее тему, например: «Производство различных типов стали»; «Работа простых механизмов и машин. КПД машин»; «Влияние влажности воздуха на качество ткацкой продукции» и тому подобное.

Если итоговый урок проводится в школьной аудитории, то основное внимание следует уделить анализу результатов, которые достигнуты учениками в контексте изученного курса.

При этом у учащихся должно сформироваться целостное восприятие материала. Они должны понимать связь между изученными главами, уметь применять полученные знания при решении задач и анализе физических явлений.

Содержание любой главы имеет базовые понятия и основные соотношения. Например, говоря об агрегатных состояниях вещества, нужно знать не только характеристики и свойства твердых тел, жидкостей и газов, но и уметь определять условия перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое. Понимать, что в основе переходов лежит изменение внутренней энергии вещества. При этом нужно уметь оценивать количество теплоты, которая приводит к изменению агрегатных состояний.

Физика – наука экспериментальная, и любое утверждение справедливо, если оно подтверждается результатами опыта.

Поэтому очень важно, чтобы ученики понимали значение лабораторных и экспериментальных работ. Именно это позволяет более органично соединять теорию и практику. Любой процесс познания связан с наблюдениями и опытами.

По итогам обучения за год можно провести сравнительный анализ успеваемости учеников. При этом необходимо акцентировать внимание на успехах учащихся. Подобный подход психологически более верный, чем негативная оценка учащихся.

Необходимо, в зависимости от итогов обучения за год, отдельным ученикам дать обязательное задание на летние каникулы. В первую очередь это касается лучших учеников и слабоуспевающих. Задания должны быть реальными по объему и сложности, а самое главное – они должны быть мотивирован-

ными на самостоятельную работу. К таким заданиям можно отнести наблюдения за состоянием атмосферы, определение температуры воздуха и так далее.

Затем объявляют учащимся оценки за второе полугодие и годовые оценки. Если в классе окажутся учащиеся, которые хотят повысить годовую оценку, то можно провести дополнительное оценивание знаний (по согласованию с администрацией школы и родителями ученика) через несколько дней после окончания учебного года. С этой целью можно провести с такими учащимися итоговое тестирование (см. раздел «Проверочные тесты» данного *пособия*).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ЗАДАЧИ

Задачи повышенной сложности

1. Сколько дров надо сжечь в печке с КПД = 40 %, получить из 200 г снега, взятого при температуре – 10° С воду при 20° С.
2. Сколько стали взятой при температуре 20° С, можно расплавить в печи с КПД = 50%, сжигая 2 т каменного угля?
3. В сосуд, содержащий 10 кг льда при 0° С, влили 3 кг воды при 90° С. Какая установится температура? Расплавится ли весь лед? Если нет, то какая часть его останется в твердом состоянии? Теплоемкость сосуда не учитывать.
4. Для определения удельной теплоты плавления олова калориметр, содержащий 330 г воды при температуре 7° С, влили 350 г расплавленного олова при температуре затвердевания, после чего в калориметре, теплоемкость которого 100 Дж/С, установилась температура 32° С. Определить значение удельной теплоты плавления олова по данным опыта.
5. В стальной сосуд массой 300 г налили 1,5 л воды при 17° С. В воду опустили кусок мокрого снега массой 200 г. Когда снег растаял, установилась температура 7° С. Какое количество снега было в комке?
6. С какой наименьшей скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы при ударе о препятствие, она полностью расплавилась? Считать, что 80% кинетической энергии дробинки превратилась во внутреннюю энергию дробинки, а температура дробинки до удара была 127° С.
7. В холодильнике из воды при t_1 = 10° С за 4 часа получили 300 г льда при t_2 = -3° С. Какое количество теплоты отдали вода и лед? Какую часть это количество теплоты составляет от количества электроэнергии потребляемой холодильником из сети, если мощность холодильника 70 Вт.
8. В воду массой 1,5 кг положили лед, температура которого 0° С. Начальная температура воды 30° С. Сколько нужно взять льда чтобы он полностью растаял?
9. В калориметре находятся лед и вода при температуре t_1 = 0° С. Масса льда и воды одинакова и равна 500 г. В калориметр вливают воду массой 1 кг при t_2 = 50° С. Какая температура установится в нем?
10. В углубление, сделанное во льду, вливают свинец. Сколько было взято свинца, если он остыл до t_1 = 0° С и при этом растопил лед массой 270 г? Начальная температура льда t_1 = 0° С, свинца – 400° С.

11. В термос с водой поместили лед при температуре – 10° С. Масса воды 400 г, масса льда 100 г, начальная температура воды 20° С. Определите начальную температуру воды в термосе.
12. В медном сосуде массой 400 г находится вода массой 500 г при температуре 40° С. В воду бросили кусок льда при температуре -10° С. Когда установится тепловое равновесие, остался нерасплавленный лед массой 75 г. Определите начальную температуру льда.
13. Кусок льда массой 750 г поместили в калориметр, наполненный водой. Масса воды 2,6 кг и температура 5° С. Когда установилось тепловое равновесие, оказалось, что масса льда увеличилась на 64 г. Определите начальную температуру льда.
14. При обработке деталей слесарь совершил 46 движений стальным напильником, прикладывая среднюю силу 40 Н и перемещая напильник на 8 см при каждом движении. На сколько повысилась температура напильника, если он имеет массу 100 г и на увеличение его внутренней энергии пошло 50% совершенной работы.
15. При трении двух тел, теплоемкости которых 800 Дж/С, температура через 1 мин повысилась на 30° С. Найти среднюю мощность при трении.
16. С высоты h свободно падает кусок металла, удельная теплоемкость которого с. На сколько поднялась его температура при ударе о землю, если считать, что k% механической энергии куска металла превращается во внутреннюю?
17. Свинцовая пуля летит со скоростью 200 м/с и попадает в земляной вал. На сколько повысится температура пули, если 78% кинетической энергии пули превращается во внутреннюю?
18. Стальной осколок, падая с высоты 500 м имел у поверхности земли скорость 50 м/с. На сколько повысилась температура осколка, если считать, что вся работа сопротивления воздуха пошла на его нагревание.
19. Кусок свинца и кусок алюминия упали с одинаковой высоты. Какой из металлов после падения будет иметь более высокую температуру? Во сколько раз? (Считать, что вся энергия тел при падении пошла ни их нагревание)
20. При выстреле из ружья дробь массой 30 г вылетела со скоростью 600 м/с. Сколько процентов от энергии, выделившейся при сгорании порохового заряда массой 6 г, составляет кинетическая энергия дроби?

Задачи для проведения школьных физических олимпиад
(программа «Физика-8», курс А. В. Перышкина)

Первый заочный тур

Срок выполнения заданий – 2 недели.

Участие могут принять все желающие учащиеся.

Вопросы и задания:

1. Кусок железа массой 2 кг, нагретого до 750 °С, погрузили в воду массой 1,8 кг при 25 °С; при этом вся вода нагрелась до 100 °С, а часть ее испарилась. Определите массу испарившейся воды.

2. Будут ли затоплены материки Мировым океаном, если весь плавающий в нем лед по каким-нибудь причинам растает?

3. Тело, взвешенное на неравноплечих рычажных весах, уравновешивается гирей 2 кг, если его положить на одну чашку весов, и гирей 3 кг, если его положить на другую. Чему равна масса тела и чему равно отношение длин коромысел весов?

4. Зимой в ветреную погоду кажется холоднее, чем есть на самом деле. Почему?

5. Оцените мощность зажженной спички. Сравните ее с мощностью электрической лампочки в 60 Вт. Выполните необходимые расчеты.

6. В сосуд, содержащий 500 г воды при 35 °С, бросили 50 г мокрого снега при 0 °С. Температура в сосуде понизилась на 5 °С. Сколько воды было в снеге? Потерями тепла пренебречь.

7. В небольшой чайник объемом 0,3 л доверху налита вода с температурой t = 30 °С. Чайник остывает на 1 °С за 5 мин. Для того чтобы не дать воде остыть, в него капают из крана более горячую воду (t = 45 °С). Масса одной капли 0,2 г. Сколько капель в минуту должно попадать в чайник, чтобы температура воды не менялась? Считать, что выравнивание температуры происходит очень быстро. Лишняя вода выливается из чайника. Температура окружающего воздуха 20 °С.

8. Поясните пословицу «Коси, коса, пока роса».

9. Плотность раствора соли с глубиной h меняется по закону $\rho = \rho_0 + Ah$, где ρ_0 = 1 г/см^3, A = 0,01 г/см^4. В раствор опущены два шарика, связанные между собой нитью длиной 5 см. Объем каждого шарика V = 1 см^3, а массы – m_1 = 1,2 г; m_2 = 1,4 г. На каких глубинах расположится каждый шарик, если они находятся в равновесии? Считать, что при этом нить натянута.

10. В каком случае для нагревания металлического шара до одной и той же температуры потребуется больше энергии: если шар висит на нити или если лежит на подставке? Считать, что подставка и нить энергию не поглощают.

11. Для нагревания 2 л воды, находившейся в алюминиевой кастрюле массой 400 г, от 15 °С до 75 °С было израсходовано в примусе 30 г кероси-

на. Определите КПД примуса, полагая, что теплота, которая пошла на нагревание сосуда с водой, является полезной. Как изменится результат, если полезной считать теплоту, которая идет на нагревание только воды?

Первый очный тур

Допускаются 10–15 учащихся от параллели – победители первого заочного тура.

Время выполнения заданий – 2 часа.

Вопросы и задания:

1. Три пятилитровых сосуда заполнены водой с температурой соответственно 20 °С, 80 °С, 100 °С. Имеется также пустой десятилитровый сосуд. Как, используя имеющуюся воду, получить 10 л воды с температурой 70 °С? Теплоемкостью сосуда и потерями тепла при переливании пренебречь.

2. За 30 мин холодильная камера холодильника охлаждает 1,5 л воды от 16 °С до 4 °С. Найти массу льда, образовавшегося в камере при том же режиме работы, еще через 60 мин. Удельная теплоемкость воды $4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$, а удельная теплота плавления льда 3,4 · 105 Дж/кг.

3. В калориметр, содержащий 0,1 кг льда при температуре -10 °С, влили 5 кг горячей воды при 80 °С. Какая температура установилась в калориметре в результате теплообмена? Теплоемкость калориметра не учитывать.

4. Воздух плохо проводит тепло. Почему же остывают на воздухе горячие предметы?

Второй заочный тур

Срок выполнения заданий – 3 недели.

Участие могут принять все желающие учащиеся.

Вопросы и задания:

1. В калориметр влили ложку горячей воды, при этом его температура увеличилась на 5 °С. После того как в него добавили одну ложку такой же горячей воды, температура вновь возросла на 3 °С. На сколько градусов поднимется температура калориметра, если в него налить еще 8 ложек горячей воды? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

2. Как олово расплавить горячей водой? Ответ обоснуйте.

3. Из куска проволоки сопротивлением 10 Ом сделано кольцо. Где следует присоединить провода, подводящие ток, чтобы сопротивление кольца стало 1 Ом?

4. Сколько витков никелиновой проволоки надо навить на фарфоровый цилиндр диаметром 1,5 см, чтобы изготовить кипятильник, в котором за 10 мин. закипает 1,2 л воды, взятой при 20 °С? КПД установки 60%, диа-

метр проволоки 0,2 мм, напряжение сети 220 В. Удельное сопротивление никелина 0,40 Ом·мм²/м, удельная теплоемкость воды 4200 $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$.

5. Как определить высоту горы с помощью нагревателя, кастрюльки с водой и точного термометра?

6. N точек соединены друг с другом попарно одинаковыми проводниками сопротивлением R. Определите сопротивление такой системы между двумя любыми точками.

7. В алюминиевый калориметр массой 500 г налили 250 г воды при температуре 19 °С. Затем туда опустили металлический цилиндр массой 180 г, состоящий из двух частей – алюминиевой и медной; температура воды при этом повысилась до 27 °С. Определите массу медной и алюминиевой частей цилиндра, если начальная его температура была 127 °С.

8. К сети напряжением 120 В подключают два резистора. При их последовательном соединении сила тока в них равна 3 А, а при параллельном – 16 А (суммарная). Чему равны сопротивления резисторов?

9. Где на земном шаре магнитная стрелка показывает на север обоими своими полюсами?

10. Нужно соединить четыре резистора сопротивлением R_1 = 1 Ом, R_2 = 2 Ом, R_3 = 3 Ом, R_4 = 4 Ом так, чтобы их общее сопротивление было равно 1 Ом. Какое количество теплоты выделится при таком соединении в резисторе R_3 за 1 мин, если в резисторе R_4 сила тока 3 А?

11. В стакане с водой внутри плавает кусок льда, а на поверхности воды находится слой масла. Как изменится общий уровень жидкости, когда лед растает? Куда сместится при этом граница раздела воды и масла?

12. Какую массу льда, имеющего температуру -10 °С, можно растопить за 10 мин электрокипятильником, работающим от сети с напряжением 220 В при силе тока 3 А? КПД кипятильника 80%.

Второй очный тур

Время выполнения заданий – 2 часа.

Вопросы и задания:

1. Точка кипения прованского масла выше точки кипения олова, но на прованском масле можно жарить мясо в луженной оловом кастрюле. Как объяснить это странное обстоятельство? (Задача Э. Ферми.)

2. В калориметр с 1 кг льда при температуре 0 °С впускают 500 г водяного пара с температурой 100 °С. Какая температура установится после того, как произойдет теплообмен? Теплоемкостью калориметра пренебречь.

3. Может ли при сближении двух разноименно заряженных тел сила притяжения между ними уменьшиться до нуля? Свой ответ объясните.

4. В ведре находится смесь воды со льдом. Ведро внесли в комнату и сразу же начали измерять температуру, которую записывали в таблицу. По

полученным данным построили график зависимости температуры от времени $t(\tau)$. Известны: масса смеси – 10 кг, удельная теплоемкость воды – $4200\,\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot{}^\circ\text{C}}$ и удельная теплота плавления льда – 3,4 · 105 Дж/кг.

t, °C	0	0	0	0	0	0	2
τ, мин	0	10	20	30	40	50	60

Определите, сколько льда было в ведре, когда его внесли в комнату. Теплоемкостью ведра пренебречь.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Механика

Тема «Механическое движение»

Начертить в масштабе рисунок своего движения от дома до школы.

А) обозначить на рисунке разным цветом траекторию и перемещение.

Б) определить пройденный путь.

В) определить среднюю скорость своего движения.

КИНЕМАТИКА. ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

1. А) Определите период обращения минутной стрелки будильника.

Б) Рассчитайте частоту обращения минутной стрелки.

В) Измерьте длину стрелки.

Г) Рассчитайте линейную скорость движения конца минутной стрелки. Определите центростремительное ускорение конца минутной стрелки.

2. А) Определите период обращения часовой стрелки будильника.

Б) Рассчитайте частоту обращения часовой стрелки.

В) Измерьте длину стрелки.

Г) Рассчитайте линейную скорость движения конца часовой стрелки. Определите центростремительное ускорение конца часовой стрелки.

3. А) Измерьте радиус колеса швейной машины.

Б) Приведите колесо во вращение с постоянной скоростью.

В) Измерьте время 30 оборотов колеса.

Г) Рассчитайте период и частоту вращения.

Д) Рассчитайте линейную скорость точек обода колеса.

Е) Рассчитайте центростремительное ускорение колеса.

4. А) См. п. Б)-Г) задания 3. Приведите колесо швейной машины во вращение с постоянной скоростью.

Б) Повторите п. В)-Г) задания 3, но с 60 оборотами колеса.

В) Повторите п. В)-Г) задания 3, но с 90 оборотами колеса.

Г) Изменяется ли значение периода, если считать не 30, а 60 или 90 оборотов? Когда результат точнее?

5. См. п. А)-Е) задания 3.

А) Измерьте расстояние от центра колеса до точки, лежащей на краю малого колеса машины.

Б) Повторите измерения и расчёты п. В)-Е) задания 3.

В) Изменились ли значения частоты, периода, скорости и ускорения? Объясните полученный результат.

6. А) См. п. А)-Е) задания 3, но с 10 оборотами.

Б) Как долго вращение оставалось равномерным? Почему колесо всё-таки остановилось?

7. А) Измерьте радиус лопастей вентилятора.

Б) Включите вентилятор.

В) Измерьте время 50 оборотов.

Г) Рассчитайте период и частоту обращения лопастей.

Д) Рассчитайте линейную скорость точек, лежащих на краю лопастей.

Е) Рассчитайте центростремительное ускорение этих точек.

8. А) См. п. А)-Г) задания 7.

Б) Измерьте время 100 оборотов колеса.

В) Рассчитайте период и частоту обращения. Изменяется ли значение периода, если считать не 50, а 100 оборотов? Когда результат точнее?

9. А) См. п. А)-Е) задания 7.

Б) Измерьте расстояние от центра колеса до края цилиндра, на котором крепятся лопасти.

В) Повторите измерения и расчёты п. 3-6. Изменяются ли значения частоты, периода, скорости и ускорения? Объясните полученный результат.

10. Задания те же, что и в задании 7, но выполняются с грампластинкой, которую запускают на скорости 33 об/мин.

11. Задания те же, что и в задании 7, но выполняются с грампластинкой, которую запускают на скорости 45 об/мин и измеряют время 70 оборотов.

12. Задания те же, что и в задании 7, но выполняются с грампластинкой, которую запускают на скорости 78 об/мин и измеряют время 100 оборотов.

13. А) См. задание 10.

Б) Измерьте радиус бумажной этикетки пластинки.

В) Повторите измерения и вычисления п. В)-Е). Какие величины изменились, какие остались неизменными? Объясните результаты.

14. А) Возьмите кассету, перемотанную «до упора».

Б) Измерьте радиус катушки вместе с намотанной плёнкой.

В) Поставьте кассету в магнитофон и включите его.

Г) Измерьте время 10 оборотов полной стороны кассеты.

Д) Рассчитайте линейную скорость движения плёнки, период и частоту вращения катушки.

Е) Рассчитайте центростремительное ускорение внешнего края плёнки.

Ж) Дождитесь момента, когда на каждой стороне будет одинаковое количество плёнки.

З) Измерьте радиус катушки вместе с намотанной плёнкой.

И) Проведите те же измерения и подсчёты.

К) Сравните и объясните полученные результаты.

15. А) Возьмите кассету, перемотанную до упора.

Б) Измерьте радиус первой (пустой) катушки и радиус второй катушки вместе с намотанной плёнкой.

В) Поставьте кассету в магнитофон и включите его.

Г) Измерьте время 10 оборотов полной катушки.

Д) Рассчитайте линейную скорость движения плёнки, период и частоту вращения катушки.

Е) Рассчитайте центростремительное ускорение внешнего края плёнки.

Ж) Измерьте время 10 оборотов пустой катушки.

З) Рассчитайте линейную скорость движения края катушки, период и частоту её вращения.

И) Рассчитайте центростремительное ускорение точек, лежащих на краю катушки. Сравните полученные значения. Объясните результаты.

ДИНАМИКА

1. А) Положите на стакан открытку, а на открытку – монету.

Б) Ударьте по открытке резким щелчком.

В) Опишите, что произойдет с монетой, а что – с открыткой.

Г) Повторите опыт, медленно потянув открытку к себе.

Д) Что происходит в этом случае?

Е) Какое физическое явление и какое свойство тел помогают ответить на эти вопросы?

2. А) Двойной лист бумаги из школьной тетради положите на стол.

Б) На одну половину листа поставьте стопку книг высотой не ниже 25-30 см.

В) Слегка приподняв над уровнем стола вторую половину листа обеими руками, резко дёрните лист к себе.

Г) Опишите, что происходит.

Д) Снова положите на лист книги и тяните его теперь медленно.

Е) Что вы наблюдаете?

Ж) Объясните результаты.

3. А) Узнайте свою массу.

Б) Запишите это значение в килограммах, фунтах, унциях, гривенках, берковцах, безменах.

В) Поясните происхождение каждой единицы массы.

4. Соберите на краю стола установку: 1 – небольшое тело в форме бруска; 2 – резиновая нить; 3 – листок с делениями; 4 – маятник; 5 – линейка. Оттяните рукой брусок вправо. Заметьте удлинение резиновой нити (оно

пропорционально действующей силе), затем отпустите руку и зафиксируйте угол отклонения маятника.

Опыт повторите *несколько раз, меняя* удлинение нити. Проведите серию опытов, меняя массу бруска при одном и том же удлинении резинки. Зная, что удлинение пропорционально действующей силе, а угол отклонения маятника пропорционален ускорению, сделайте вывод о связи силы, массы и ускорения. Какой закон вам в этом поможет?

5. А) Зацепите крючками два безмена и слегка разведите их в стороны. Запишите показания обоих.

Б) С какой силой по модулю левый безмен действует на правый? В какую сторону направлена эта сила? К какому безмену приложена?

В) С какой силой правый безмен действует на левый? В какую сторону направлена эта сила? К какому безмену приложена?

Г) Изобразите силы взаимодействия на чертеже.

Д) Увеличьте взаимодействие безменов. Запишите их новые показания.

Е) Соедините безмены нитью и натяните её. С какой силой левый безмен действует на нить? С какой силой правый безмен действует на нить? С какой силой нить растягивается?

Ж) Сделайте вывод. Какой закон вам в этом может помочь?

6. А) Положите ластик на край стола и сообщите ему щелчком горизонтальную скорость.

Б) Заметьте место падения ластика на полу.

В) Выполните необходимые измерения и вычислите модуль начальной скорости ластика.

Г) По какой траектории двигался ластик?

Д) Какая сила действовала на ластик во время его движения?

Е) Как направлены векторы скорости, ускорения и силы, действующей на ластик во время его движения? Изобразите их направление в любой точки траектории.

7. А) Изготовьте пять бумажных конусов.

Б) Вложите четыре конуса друг в друга.

В) Во сколько раз отличаются силы тяжести, действующие на одиночный конус и на четыре вместе?

Г) Уроните одиночный конус с некоторой высоты. Одновременно с ним с высоты, которая в два раза больше, уроните четыре конуса.

Д) Измерьте время падения обоих тел. Что можно сказать о времени падения конусов?

Е) Рассчитаете скорости падения обоих конусов. Найдите отношение их скоростей.

8. А) Подвесьте груз к безмену. Определите массу груза.

Б) Рассчитайте вес груза. Проградуируйте пружину безмена для измерения силы.

В) Измерьте вес груза в лифте, который начинает двигаться вверх.

Г) Зная вес груза в состоянии покоя, рассчитайте ускорение лифта.

Д) Куда направлено это ускорение? Куда направлена скорость лифта?

Е) Сделайте чертёж с указанием всех сил, действующих на тело.

9. То же, но в лифте, который двигается вниз.

10. А) Возьмите тяжёлый (около 100 г) предмет в форме диска или прямоугольного параллелепипеда небольшой высоты.

Б) Налейте много воды в таз или ванну.

В) Уроните предмет в воду с небольшой высоты сначала плашмя, а затем ребром.

Г) Сравните глубину погружения предмета в воду.

Д) Какие силы действуют на предмет в каждом случае? Что можно сказать об их величине?

Е) Сделайте вывод о зависимости силы вязкого трения от формы движущегося тела.

Ж) Приблизительно измерьте время движения предмета в первом случае в воздухе и в воде.

З) Сделайте вывод о зависимости силы вязкого трения от свойств среды.

11. А) Вырежьте из альбомного листа пять кружков.

Б) С одной и той же высоты уроните один кружок и четыре сложенных вместе. Сравните времена падения. Сделайте вывод о скорости движения.

В) Из каждого кружка сделайте конус. Проведите опыт ещё раз. Сравните время падения одного конуса и четырёх вложенных один в другой конусов.

Г) Проведя оценочные измерения, сравните время падения одного кружка и одного конуса; четырёх кружков и четырёх конусов.

Д) Какие силы действовали на тела в каждом случае?

Е) Сделайте вывод о зависимости силы вязкого трения от массы и формы тела.

12. А) Безмен можно использовать как динамометр, умножая показания безмена в килограммах на 9,8 м/с^2.

Б) Измерьте силу трения скольжения (она равна показанию динамометра в случае равномерного движения тела по поверхности) и коэффициент трения скольжения при движении дерева по линолеуму (стула по полу), стекла по линолеуму (стеклянной банки Зле водой), чугуна по линолеуму (сковороды с грузом). Можно двигать по деревянной или кафельной поверхности.

В) Сделайте вывод о зависимости коэффициента трения скольжения от качества трущихся поверхностей.

13. А) Положите небольшой предмет с плоским дном на диск работающего проигрывателя.

Б) Какая сила играет наибольшую роль в создании центростремительного ускорения этого тела?

В) Измените скорость вращения диска, добившись того, чтобы тело соскочило с диска. При какой скорости это произошло?

Г) Почему при изменении скорости вращения диска телу труднее удерживаться на ней? Изобразите силы, действующие на тело.

14. А) Положите небольшой ластик на диск работающего проигрывателя.

Б) Объясните, почему и при каких условиях брусок не сходит с окружности.

В) На диск положите монету и опять включите проигрыватель. Что произошло с монетой? Почему?

Г) Изобразите на чертеже силы, действующие на брусок и на монету. В чём разница?

15. А) Найдите наклонную плоскость с углом наклона около 10°.

Б) Положите на неё круглый карандаш (или ручку) так, чтобы ось карандаша была параллельна основанию наклонной плоскости. Что происходит с карандашом?

В) Если ничего не происходит, увеличьте угол наклона плоскости.

Г) Не меняя угла наклона, положите карандаш поперёк наклонной плоскости. Что происходит?

Д) Укажите, какие силы действуют на карандаш в обоих случаях.

Е) Почему карандаш ведёт себя по-разному?

Ж) Сделайте вывод о величине силы трения скольжения и силы трения качения.

КОЛЕБАНИЯ

1. Изготовьте математический маятник, используя нить с грузом, закрепленную в дверном проеме. Определите период и частоту колебания маятника для разных длин нити. Изучите, зависит ли период колебания маятника от амплитуды при малых отклонениях от положения равновесия.

2. В качестве груза для математического маятника возьмите небольшой полиэтиленовый (полистироловый) флакон из-под шампуня. Дно этого флакона проткните иголкой. Заполните флакон водой (лучше, если это будет марганцовка или чернила). Маятник подвесьте в дверном проеме и подложите под него белый лист бумаги. Затем приведите маятник в колебательное движение, а бумагу начните медленно перемещать по полу. Вы получите график, по которому определите период колебания, амплитуду и зависимость амплитуды от времени колебания.

3. В дверном проеме закрепите два маятника одинаковой длины (в качестве грузов используйте флаконы из-под шампуня, наполненные подкрашенной водой). Затем произведите «запись» колебаний маятников (син-

фазные колебания и колебания в противофазе). По графикам установите, что у них общего, в чем различие.

4. Определите коэффициент жесткости имеющейся у вас резиновой нити. Рассчитайте по известной формуле период колебания подвешенного на резиновой нити груза, если известна его масса. Затем проведите опыт по определению периода колебания этого маятника и сравните полученные результаты с расчетными.

5. Изготовьте математический маятник, используя нить с грузом, закреплённую в дверном проёме. Определите период и частоту колебаний, а также их зависимость от длины маятника. Зависит ли период колебаний от амплитуды при малых отклонениях от положения равновесия?

6. Пронаблюдайте за картиной распространения волн. Для этого в ванну с водой бросьте монету. Оцените скорость распространения волны.

7. Положите на поверхность воды кусочки пробки или дерева. Возбудив поперечную волну на поверхности воды, пронаблюдайте, как ведут себя эти предметы: перемещаются или колеблются на месте?

8. Определите длину волны и частоту колебаний кусочка пробки или дерева на поверхности воды, найдите скорость поверхностной волны.

9. Переносные транзисторные приёмники высокого класса имеют две антенны: внутреннюю – магнитную, наружную – телескопическую. Экспериментально убедитесь, для какого диапазона волн (по шкале радиоприёмника и положению переключателя диапазона) предназначена каждая антенна.

10. Обратите внимание на корпус телевизора, транзисторного приёмника или электрофона. Из какого материала они выполнены? Включите транзисторный приёмник и настройте его на определённую радиостанцию, а затем накройте металлическим ведром или кастрюлей. Объясните, почему прекратился радиоприём?

ВОЛНЫ

1. Понаблюдайте за картиной распространения поперечных волн. Для этого в воду водоема (пруд, озеро, бассейн) бросьте камень, а в воду в ванне монету. Оцените скорость распространения волны.

2. Плоскую тарелку наполните водой почти до самого верха, а в качестве генератора волн используйте капельницу (пипетку). Набегая на стенку тарелки, волны быстро затухают и почти не отражаются. Наблюдайте волны лучше по тени на дне тарелки при прямом солнечном свете или при свете яркой лампы. Однако волны, бегущие со скоростью около 10 см/с, сливаются для взгляда, фиксированного неподвижно на тарелке; они видны только вблизи источника, где амплитуда колебания велика. Чтобы увидеть их на всей поверхности воды, нужно быстро поворачивать голову. В результате проведенных опытов оцените длину поперечной волны.

3. Определив длину волны и частоту колебаний кусочка пробки или дерева на поверхности воды, найдите скорость поверхностных волн.

4. Струны музыкальных инструментов испускают звуки. На примере гитары или другого струнного инструмента проверьте, в чем отличие звуков, испускаемых толстыми струнами, от звуков, испускаемых тонкими струнами, если их длины и натяжения одинаковы.

5. Перемещая палец по грифу, исследуйте, как зависит высота тона от длины свободной части струны.

6. Подуйте сначала вблизи отверстия пустой бутылки, а затем вблизи отверстия бутылки, заполненной наполовину водой. Объясните, почему высоты тона разная, если даже вы дуете с одинаковой силой.

Глава 3. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

3.1. В мерный стакан налейте из водопроводного крана 100 мл холодной воды и поместите в неё термопару прибора. Ежеминутно отмечайте показания прибора, пока температура воды не сравняется с комнатной. Результаты измерений занесите в табл.

Вылейте из стакана холодную воду, налейте столько же горячей воды и поместите в неё термопару прибора. Ежеминутно отмечайте показания прибора, пока температура воды не сравняется с комнатной. Результаты измерений занесите в табл. 3.3.

Примечание: для ускорения опыта массу воды можно уменьшить в том и другом случае вдвое. Для этого на мерном стакане есть соответствующие метки.

3.2. Таблетками сухого спирта, которые продаются в хозяйственных магазинах, широко пользуются туристы, любители лыжных прогулок, спортсмены-лыжники для разных целей: подогрева напитков и других продуктов питания, растирания смазки лыж или её удаления и др. С помощью весов определите массу таблетки, а с помощью справочника по физике – удельную теплоту сгорания спирта, рассчитайте количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании таблетки. Результаты расчёта позволят вам ориентировочно определить число таблеток для реализации ваших целей.

3.3. Определите температуру нагретого металлического шарика, имея термометр и калориметр с водой.

Решение. Так как термометром непосредственно измерить температуру металлического шарика нельзя, то опустите его в воду и подождите. Затем измерьте температуру воды и сделайте правильный расчет.

3.5. Перед вами стакан очень горячего чая и металлическая чайная ложка. Чтобы вы сделали для быстрого охлаждения чая? Переливать воду нельзя.

Решение. Опустите ложку в стакан, часть внутренней энергии перейдет к ней. Скорость охлаждения можно увеличить, если периодически доставать ложку из стакана и охлаждать ее. Производя действия с ложкой, одновременно дуйте на поверхность чая, не забывая обдувать и всю поверхность стакана.

3.6. В одну кастрюлю налита сырая вода, а в другую – кипяченая. Как определить, в какой кастрюле находится сырая вода, если у вас под рукой есть электрические плитки (нагреватели)?

Решение. Поставьте кастрюли на нагреватели и наблюдайте за процессом нагревания воды. Так как в сырой воде растворено больше воздуха, то в кастрюле с ней от дна отделяется большее число пузырьков.

3.7. Возьмите в руку стальную ложку. На ощупь она кажется холодной. Почему? Как можно определить температуру ложки?

Решение. Ложка, обладающая хорошей теплопроводностью, быстро отводит тепло от руки, температура кожи понижается, и нам кажется, что ложка холодная. Если ложка длительное время находится в помещении, то ее температура равна температуре окружающего воздуха. Измерив температуру воздуха, узнаем и температуру ложки.

3.8. В стеклянном сосуде, наполненном водой, верх дном плавает пробирка, целиком погруженная в воду. Не касаясь руками сосуда, сделайте так, чтобы пробирка всплыла.

Решение. 1. Нагрейте сосуд. Расширяющийся воздух внутри пробирки вытеснит часть воды, пробирка станет легче и всплывет. 2. Насыпьте в сосуд соль. Выталкивающая сила, действующая на пробирку, увеличится (стоит заметить, что за счет увеличения давления ρgh, связанного с возрастанием плотности воды, воздух в пробирке может сжаться).

3.9. Представьте, что вы заболели. Вы лежите в постели, под мышкой у вас – медицинский термометр, а мама приносит горячий чай. Можно ли медицинским термометром определить температуру горячего чая?

Решение. Можно, если у вас есть стакан холодной воды известной массы и температуры. Поместите термометр в стакан с холодной водой и приливайте горячий чай до тех пор, пока термометр не начнёт «работать». Зная температуру смеси, массу прилитого чая, массу холодной воды и её температуру, можно вычислить температуру горячей воды.

3.10. Сколько кусочков сахара вы кладёте в сладкий чай? Попробуйте опустить в стакан (один за другим, осторожно) восемь кусочков. Объясните явления, которые вы заметите.

Ответ. Сначала с опусканием каждого куска сахара уровень чая в стакане будет подниматься. Но как только сахар станет растворяться, уровень начнёт понижаться. Дело в том, что сахар – пористое вещество, содержит

много воздуха. Объём раствора окажется меньше суммарного объёма исходного сахара и исходной воды.

3.11. Попробуйте из пластмассовой мыльницы сделать одёжную щётку.

Решение. В дне одной из половинок пластмассовой мыльницы проделайте ножовкой по металлу несколько пропилов шириной 4–5 мм. Половинки соедините. Пластмассовый корпус мыльницы при трении об одежду электризуется и притягивает к себе пылинки, а кромки отверстий соскабливают более крупные частицы. В результате и пыль, и грязь удаляются с одежды.

3.12. В стакан с холодной водой осторожно долить горячей воды. Измерить температуру воды у дна сосуда, в середине и у поверхности. Какой можно сделать вывод? Как правильно измерять температуру жидкости?

Тема «Испарение»

Проделать опыты и объяснить их с молекулярной точки зрения.

1. Налить по чайной ложке воды в два блюдца и поставить одно из них в тёплое место (у плиты, батареи или камина), другое – в прохладное место (на подоконник). Пронаблюдать за временем испарения. Как связаны испарение и температура?

2. На гладкую поверхность капнуть пипеткой по капле воды, масла, спирта или уксуса и пронаблюдать за испарением. Какая жидкость испаряется быстрее?

3. Исследовать зависимость скорости испарения от площади поверхности.

4. Исследовать скорости испарения от ветра (сушить феном или вентилятором).

Тема «Плавление и кристаллизация тел»

Задание: выполнить опыты, зарисовать и объяснить.

1. *Форма кристаллов.* С помощью лупы с 10–20-кратным увеличением (собирающая линза, объектив фотоаппарата фокусным расстоянием 2,5-1,0 см) рассмотреть крупинку соли, сахарного песка, соды, лекарственных порошков. Зарисовать их формы. Указать черты сходства в строении крупинок различных порошков.

2. *Рост ледяных игл.* В морозный день подышать на покрытое инеем окно, заставив иней растаять. Провести наблюдение роста игл ледяных кристаллов, сделать зарисовки образующегося узора.

3. *Кристаллизация капли воды.* На кусочек стекла нанести большую каплю воды. Прижать стекло с каплей к снегу и пронаблюдать с помощью

лупы за её поведением. Поместить каплю на несколько минут в морозильную камеру холодильника. Что происходит?

4. *Кристаллизация из раствора и расплава.* Взять порошок гипосульфита (фотозакрепитель, фиксаж), температура плавления 48 °С. Приготовить насыщенный раствор (аккуратно помешивая, добавлять в раствор фиксаж до полного растворения, затем обязательно процедить раствор). Приготовить расплав (нагревая сухой фиксаж до температуры плавления). Нанести капли на стекло и пронаблюдать через лупу сначала за кристаллизацией расплава, а затем - раствора. Выявить черты сходства и различия в процессах кристаллизации из раствора и расплава.

5. *Кристаллизация из паровой фазы.* В пробирку иасыпать небольшое количество йода или нашатыря. Осторожно слегка нагреть пробирку в слабом пламени спиртовки или газовой горелки, держа пробирку наклонно, открытым концом от себя. Через лупу внимательно рассмотреть стенки пробирки.

ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Рассмотрите устройство медицинского термометра. Объясните принцип его действия. Определите верхний и нижний пределы измерения шкалы, цену деления. Измерьте температуру собственного тела, вначале зажав термометр между пальцами руки на 5 мин, а затем под мышкой на такое же время.

2. В стакан с водой опустите кусок льда. Изменится ли уровень воды, когда весь лёд растает? Зафиксируйте изменение температуры воды как функцию времени в процессе плавления льда. Постройте график изменения температуры воды.

3. Возьмите лёд, предварительно измельчив его, чтобы удобнее было измерять температуру. Возьмите уличный термометр. Данные опыта занесите в таблицу, а затем представьте в виде графика. Отметьте характерные особенности процесса плавления.

4. Опустите в стакан с горячей водой термометр и через каждые 30 с отмечайте его показания. Постройте график зависимости остывания воды от времени. По графику объясните, когда вода остывала быстрее: в начале опыта или в конце?

5. Налейте в три стакана холодную (можно со льдом), тёплую и горячую (но не кипяток!) воду. Опустите палец одной руки в холодную, а палец другой руки - в горячую воду. 2-3 мин подержите пальцы в воде, а затем быстро перенесите их в тёплую воду. Опишите свои ощущения. Какой руке следует доверять больше? Можно ли полагаться на ощущения при оценке температуры окружающих тел?

6. Запишите мощность ДВС какого-либо транспортного средства (автомобиля, мотоцикла), среднюю скорость его движения и расход топлива на 100 км пути. Определите КПД этого двигателя.

7. Возьмите широкий сосуд с водой, спички, кусочек мыла и кусочек сахара или леденца. Осторожно положите спичку на поверхность воды. Слегка коснитесь поверхности воды кусочком мыла. Что происходит? Как можно объяснить наблюдаемый эффект? Повторите опыт, заменив воду в сосуде и опуская кусочек сахара. Что происходит теперь? Как объяснить наблюдаемый эффект?

Глава 5. ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ

5.1. Вырежьте лезвием безопасной бритвы параллелепипед из пенопласта размером 1 х 1 х 5 см и оберните его алюминизированным скотчем (он продаётся в магазинах хозтоваров). Шёлковую нить одним концом привяжите к ушку булавки, а другим – к пластмассовой бельевой прищепке и подвесьте гильзу к бельевой верёвке (люстре, спинке стула).

Возьмите сложенный вчетверо лист белой бумаги формата А4, вложите в него линейку из оргстекла и потрите её. Поднесите наэлектризованную линейку к гильзе и проследите, как гильза, притянувшись сначала к линейке, значительно отклоняется от неё. Вы наблюдаете взаимодействие одноимённо заряженных тел.

Подобным образом о тот же лист бумаги наэлектризуйте пластмассовую трубку (для прокладки электропроводки) и медленно приближайте к гильзе. Вы обнаружите притяжение гильзы, то есть пронаблюдаете взаимодействие разноимённо заряженных тел.

5.2. К узким граням упаковки от драже «Тик-так» приклейте полоски алюминизированного скотча или алюминиевой фольги, такие же полоски приклейте но центру к широким граням этой упаковки. Вы получите конденсаторы. Измерьте мультиметром ёмкость сначала первого конденсатора, а затем второго. Убедитесь по показаниям прибора, что, чем меньше расстояние между пластинами конденсатора, тем больше его ёмкость.

Налейте в упаковку керосин или машинное масло и снова измерьте ёмкость конденсатора. Сделайте вывод о зависимости ёмкости от наличия диэлектрика и его диэлектрической проницаемости.

Подберите два конденсатора с обозначенными на их корпусах ёмкостями в пикофарадах. Рассчитайте ёмкость батареи при последовательном и параллельном соединениях этих конденсаторов и сравните их с измеренными значениями.

ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

1. Начертите схему электрической сети в вашей квартире.

2. Выясните, какова мощность домашних электроприборов. Если напряжение в сети 220 В, вычислите силу тока в приборах во время их работы.

3. Спишите паспорт лампы и «расшифруйте» его. Рассчитайте сопротивление спирали и силу потребляемого тока.

4. Запишите номинальные мощности домашних электропотребителей (лампочки, утюга, холодильника, пылесоса и т. п.). Подсчитайте общую мощность всех электропотребителей.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

1. Объясните, почему гвозди, канцелярские скрепки, повисшие на магните и находящиеся рядом, отклоняются от вертикального направления. Проделайте опыт и убедитесь в этом.

2. С помощью компаса определите, намагничено ли бритвенное лезвие. Проверьте возможность размагничивания этого лезвия путем нагревания в пламени свечи или газовой горелки. При нагревании лезвие держите пинцетом или плоскогубцами.

3. Поднесите компас вначале ко дну, а затем к верхней части железного ведра (кастрюли), стоящего на земле. У дна стрелка компаса поворачивается южным полюсом к ведру, а в верхней части – северным. Проверьте это явление и объясните его.

4. Попробуйте намагнитить иголку так, чтобы ушко оказалось северным полюсом, а острие – южным. Воткните иголку в корковую пробку и опустите в стакан с водой так, чтобы иголка плавала вертикально северным полюсом вверх. Экспериментально проверьте, как ведет себя иголка, если к ней на уровне северного полюса поднести магнит (полосовой, подковообразный). Проверьте, будет ли перемещаться иголка, если между магнитом и стаканом поставить лист стали.

5. Изготовьте простейший гальванометр. Для этого каркас катушки склейте из плотной бумаги. Размеры каркаса определите внешними габаритами компаса. Ширина каркаса должна быть 12-15 мм. На каркас намотайте 50-70 витков провода ПЭЛ-0,2. В катушку вставьте компас и получите гальванометр. Используя этот самодельный гальванометр, определите знаки полюсов самодельного гальванического элемента, состоящего из медной и железной проволоки, опущенных в раствор поваренной соли (или уксуса).

6. На гвоздь или другой железный стержень намотайте 40-50 витков медной проволоки и концы ее подключите к гальваническому элементу. Исследуйте тела, к которым притягивается электромагнит.

7. На полюсы магнита положите стекло, посыпьте его сверху стальными опилками и осторожно постучите пальцем или карандашом по стеклу. Зарисуйте картину магнитного поля.

8. Поднесите компас вначале ко дну, а затем к верхней части железного ведра (кастрюли), стоящего на земле. У дна стрелка компаса поворачивается к ведру южным полюсом, а в верхней части – северным. Проверьте это явление и объясните его.

9. Как с помощью компаса проверить, сделан предмет из обычной или нержавеющей стали?

10. Проверьте, будет ли притягивать магнит мелкие гвозди через картон, стекло, плексиглас, жесть, листовой алюминий. Сделай выводы. Можно ли

с помощью компаса определить полюсы другого компаса, завёрнутого в бумагу, если он лежит в железной коробке? в воде? в песке?

11. Изготовьте простейший гальванометр. Для этого склейте из плотной бумаги каркас катушки. Размеры каркаса определяются внешними габаритами компаса, его высота должна быть 12-15 мм. На каркас намотайте 50-70 витков проволоки ПЭЛ-0,2. В катушку вставьте компас и получите гальванометр. Используя свой гальванометр, определите знаки полюсов гальванического элемента, состоящего из медной и железной проволок, опущенных в раствор поваренной соли (или уксуса).

ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Столовая вилка, освещённая свечой, даёт на стене тень. При вертикальном положении вилки тень от зубцов отчётливая, а при горизонтальном – сильно размытая. Объясните наблюдаемое явлеиие.

2. Металлическую чайную ложку покройте сажей и опустите в воду. Почему при освещении ложка кажется блестящей?

3. На дно ванны опустите монету. Попробуйте попасть в неё концом палки. Убедитесь, что сделать это тем труднее, чем дольше смотришь на монету. Объясните, почему это происходит.

4. Между настольной лампой и стеной при отключённом верхнем свете поместите несколько различных предметов (книгу, руку и так далее) и получите от каждого на стене тень и полутень. Объясните с помощью чертежей их образование.

6. Эксперимент с двумя плоскими параллельными зеркалами. Если между ними положить монету, то можно увидеть уходящий в бесконечность изображений.

ПРОВЕРОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах

Вариант I

1. Какие превращения энергии происходят при падении метеорита?

а). Потенциальная энергия метеорита превращается в кинетическую, а кинетическая – во внутреннюю.

б). Кинетическая энергия – во внутреннюю.

в). Внутренняя энергия превращается в кинетическую, а кинетическая – в потенциальную.

2. При торможении поезда совершена работа 150 000 кДж. На сколько увеличилась внутренняя энергия тормозов, колес и рельсов?

а) 15 кДж;
б) 980 кДж;
в) 150 000 кДж;
г) 96 000 кДж;
д) 1 500 кДж.

3. Удельная теплота сгорания пшеничного хлеба 9 260 000 Дж/кг, а сливочного масла 32 690 000 Дж/кг. Какую энергию получит человек, съев бутерброд из 100 г хлеба и 20 г масла?

а) $\approx 2{,}3 \cdot 10^8$ Дж;
б) $\approx 1{,}6 \cdot 10^6$ Дж;
в) $\approx 1{,}3 \cdot 10^9$ Дж;
г) $\approx 3{,}4 \cdot 10^6$ Дж;
д) $\approx 1{,}8 \cdot 10^7$ Дж;

4. На какую высоту мог бы подняться в гору школьник массой 40 кг за счет энергии бутерброда, указанного в предыдущей задаче, если бы всю энергию, заключающеюся в бутерброде, организм мог превратить в мышечную? Принять $g = 10$ Н/кг.

а) ≈ 680 м;
б) ≈ 5 900 м;
в) ≈ 24 000 м;
г) ≈ 4 000 м;
д) ≈ 580 м;

Вариант II

1. Шарик с некоторой высоты падает на песок и застревает в нем. Какие превращения энергии здесь происходят?

а) Потенциальная энергия шарика превращается в кинетическую, а кинетическая – во внутреннюю.

б) Кинетическая энергия – во внутреннюю.

в) Внутренняя энергия превращается в кинетическую, а кинетическая – в потенциальную

2. На Братской ГЭС напор воды 100 м. Это значит, что каждый кубический метр воды имеет потенциальную энергию относительно ее нижнего уровня около 980 кДж. На сколько увеличилась бы внутренняя энергия воды объемом 1 $м^3$ при падении, если бы вся механическая энергия превратилась во внутреннюю?

а) 15 кДж;
б) 980 кДж;
в) 150 000 кДж;
г) 96 000 кДж;
д) 1 500 кДж;

3. Трактор при вспашке земли расходовал дизельное топливо массой 30 кг, удельная теплота сгорания которого $4{,}4 \cdot 10^7$ Дж/кг. Какая энергия выделилась при сгорании топлива?

а) $\approx 2{,}3 \cdot 10^8$ Дж;
б) $\approx 1{,}6 \cdot 10^6$ Дж;
в) $\approx 1{,}3 \cdot 10^9$ Дж;
г) $\approx 3{,}4 \cdot 10^6$ Дж;
д) $\approx 1{,}8 \cdot 10^7$ Дж;

4. Учитывая условия предыдущей задачи: какую вычислите работу совершил трактор, если 30% энергии, выделившейся при сгорании топлива, израсходовано при вспашке?

а) 6 800 Дж;
б) $3{,}9 \cdot 10^8$ Дж;
в) $2{,}4 \cdot 10^6$ Дж;
г) $4{,}2 \cdot 10^8$ Дж;
д) $5{,}8 \cdot 10^7$ Дж.

Виды теплопередачи

Вариант I

1. На каком способе теплопередачи основано водяное отопление?

а) Теплопроводности.
б) Конвекции.
в) Излучении.

2. Двойные рамы предохраняют от холода, потому что воздух, находящийся между ними, обладает … теплопроводностью.

а) хорошей.
б) плохой.

3. Какие вещества имеют наибольшую теплопроводность?

а) Бумага.
б) Солома.

в) Серебро.

г) Чугун.

4. Какие вещества имеют наименьшую теплопроводность?

а) Бумага.

б) Солома.

в) Серебро.

г) Чугун.

5. В какой цвет окрашивают части наружные поверхности самолётов, искусственных спутников Земли, воздушных шаров, чтобы избежать их перегрева?

а) В светлый, серебристый цвет.

б) В темный цвет.

6. К дощечке прибиты два одинаковых листа белой жести. Внутренняя поверхность одного из них покрыта копотью, а другая оставлена блестящей. К наружной поверхности листов приклеены воском спички. Между листами помещают металлический шарик. Одновременно ли отпадут спички от листов жести?

а) Одновременно.

б) От закопченной поверхности спички отпадут раньше.

в) От блестящей поверхности спички отпадут раньше.

7. Изменится ли температура тела, если оно больше поглощает энергии излучения, чем испускает?

а) Тело нагреется.

б) Тело охлаждается.

в) Температура тела не изменяется.

8. В каком направлении будет перемещаться воздух в жаркий летний день?

Вариант II

1. Каким способом теплопередачи происходит нагревание воды в кастрюле на газовой плите?

а) Теплопроводностью.

б) Конвекцией.

в) Излучением.

2. Чтобы плодовые деревья не вымерзли, их приствольные круги на зиму покрывают опилками. Опилки обладают ... теплопроводностью.

а) хорошей.

б) плохой.

3. Какие вещества имеют наибольшую теплопроводность?

а) Воздух.

б) Мех.

в) Алюминий.

г) Свинец.

4. Какие вещества имеют наименьшую теплопроводность?

а) Воздух.

б) Мех.
в) Алюминий.
г) Свинец.

5. В каком из перечисленных тел теплопередача происходит главным образом путём теплопроводности?
а) Воздух.
б) Кирпич.
в) Вода.

6. Одна колба покрыта копотью, другая побелена известью. Они наполнены горячей водой одинаковой температуры. В какой колбе быстрее остынет вода?
а) В побеленной колбе.
б) В закопченной колбе.
в) В обеих колбах температура воды будет понижаться одинаково.

7. Можно ли предсказать какое направление будет иметь ветер у моря с наступлением осенней холодной погоды?
а) Нельзя.
б) С моря на сушу.
в) С суши на море.
г) Днём с суши на море, а ночью с моря на сушу.

8. Воздух в комнате нагревается радиатором водяного отопления. В каком направлении он перемещается?

Тепловые явления

1. Тепловым движением можно считать …
а) движение одной молекулы;
б) беспорядочное движение всех молекул;
в) движение нагретого тела;
г) любой вид движения.

2. От каких величин зависит внутренняя энергия?
а) от температуры тела и его массы;
б) от скорости тела и его массы;
в) от положения одного тела относительно другого;
г) от температуры тела и его скорости.

3. В один стакан налили холодную воду, а в другой – горячую в том же количестве. При этом …
а) внутренняя энергия воды в обоих стаканах одинакова;
б) внутренняя энергия воды в первом стакане больше;
в) внутренняя энергия воды во втором стакане больше;
г) определить невозможно.

4. В каком из приведенных примеров внутренняя энергия увеличивается путем совершения механической работы над телом?

а) нагревание гвоздя при забивании его в доску;
б) нагревание металлической ложки в горячей воде;
в) выбивание пробки из бутылки газированным напитком;
г) таяние льда.

5. Перенос энергии от более нагретых тел к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия частиц, называется …

а) теплоотдачей; б) излучением;
в) конвекцией; г) теплопроводностью.

6. Конвекция может происходить …

а) только в газах; б) только в жидкостях;
в) только в твердых телах; г) только в жидкостях и газах;
д) в жидкостях, газах и твердых телах.

7. Процесс излучения энергии более интенсивно осуществляется у тел …

а) с темной поверхностью;
б) с блестящей или светлой поверхностью;
в) имеющих более высокую температуру;
г) имеющих более низкую температуру;
д) имеющих гладкую поверхность.

8. Основная деталь термоса – колба, которая представляет собой...

а) тонкостенный стеклянный сосуд цилиндрической формы;
б) толстостенный стеклянный сосуд цилиндрической формы;
в) посеребренный стеклянный сосуд с двойными стенками, между которыми откачен воздух;
г) посеребренный стеклянный сосуд с двойными стенками, между которыми находится воздух.

9. Какие из указанных веществ обладают наименьшей теплопроводностью?

а) бетон; б) мрамор;
в) дерево; г) кирпич;
д) металлы; е) стекло.

10. Количество теплоты, израсходованное при нагревании тела, рассчитывается по формуле:

а) $Q = m(t_2 - t_1)$; б) $Q = C(t_2 - t_1)$;
в) $Q = Cm(t_2 - t_1)$; г) $Q = \frac{C}{m(t_2 - t_1)}$;
д) $Q = \frac{Cm}{t_2 - t_1}$; е) $Q = \frac{m}{C(t_2 - t_1)}$.

11. Воде, спирту, керосину и растительному маслу сообщили одинаковое количество теплоты. Какая из жидкостей нагрета на большее число градусов, учитывая что массы всех жидкостей одинаковы?

а) растительное масло; б) вода;
в) спирт; г) керосин;
д) все жидкости нагреются на одинаковое число градусов.

12. Единицей измерения удельной теплоемкости вещества является …

а) Дж; б) $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$; в) $\frac{кг \cdot °C}{Дж}$;

г) $\frac{кг}{Дж \cdot °C}$; д) $\frac{Дж}{кг}$.

Количество теплоты. Единицы количества теплоты. Удельная теплоемкость

Вариант I

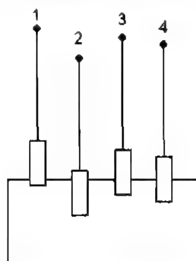
1. Количеством теплоты называют ту часть внутренней энергии, которую ...
   а) тело получает от другого тела при теплопередаче;
   б) имеет тело;
   в) тело получает или теряет при теплопередаче;
   г) получает тело при совершении над ним работы.

2. В каких единицах измеряется внутренняя энергия тела?
   а) Дж; кДж;
   б) Дж/с; кДж/с;
   в) Дж/ (кг · С); кДж / (кг · С);
   г) Вт; кВт.

3. Как надо понимать, что удельная теплоемкость цинка 380 Дж/ (кг · С)?
   а) цинк массой 380 кг на 1 °С требуется 1 Дж;
   б) цинк массой 1 кг на 380 °С требуется 1 Дж;
   в) цинка массой 1 кг на 1 °С требуется 380 Дж;
   г) цинка массой 1 кг на 380 °С требуется 380 Дж.

4. Воде, спирту, керосину и растительному маслу сообщили одинаковое количество теплоты. Какая из жидкостей нагреется на большее количество градусов? Массы жидкостей одинаковые.
   а) Вода.
   б) Спирт.
   в) Керосин.
   г) Растительное масло.

5. Свинцовый, латунный, железный и оловянный цилиндры равного диаметра и одинаковые по массе нагревают в горячей воде до одинаковой температуры и затем ставят на плитку парафина. Когда цилиндры остыли, часть парафина под ними расплавилась. Определите по рисунку, каким номером обозначен железный цилиндр.
   1. Один.
   2. Два.
   3. Три.
   4. Четыре.



Вариант II

1. Что называют удельной теплоемкостью?

а) Количество теплоты, необходимое для нагревания вещества массой 1 кг на 1 °С.

б) Количество внутренней энергии, которое отдает или получает тело при теплопередаче.

в) Количество теплоты которое необходимо для нагревания вещества на 1 °С.

2. Количество теплоты, израсходованное на нагревание тела, зависит от ...

а) массы, объема и рода вещества.

б) изменения его температуры, плотности и рода вещества.

в) рода вещества, его массы и изменения температуры.

г) массы тела, его плотности и изменения температуры.

3. Как называется количество теплоты, которое необходимо для нагревания вещества массой 1 кг на 1 °С?

а) Удельной теплоемкостью этого вещества.

б) Теплопередачей.

в) Изменением внутренней энергии тела.

4. В один стакан налили воду, в другой – спирт, в третий – керосин, а в четвертый – растительное масло. В каждый из стаканов высыпали нагретую до одинаковой температуры равной массы дробь. Какая из жидкостей будет иметь наименьшую температуру, если масса и температура жидкостей были одинаковые?

1. Вода.

2. Спирт.

3. Керосин.

4. Растительное масло.

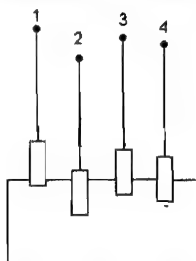
5. Свинцовый, латунный, железный и оловянный цилиндры равного диаметра и одинаковые по массе нагревают в горячей воде до одинаковой температуры и затем ставят на плитку парафина. Когда цилиндры остыли, часть парафина под ними расплавилась. Определите по рисунку, каким номером обозначен свинцовый цилиндр.

1. Один.

2. Два.

3. Три.

4. Четыре.



Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры

Вариант I

Смешали горячею воду массой 0,1 кг при температуре 50 °С с холодной водой массой 0,2 кг при температуре 20 °С. Температура смеси оказалась равной 29,5 °С.

1. Какое количество теплоты отдано горячей водой (Q_1)?
   а) 17600 Дж;
   б) 12500 Дж;
   в) 8600 Дж;
   г) 16800 Дж;
   д) 10900 Дж.

2. Какое количество теплоты получено холодной водой (Q_2)?
   а) 10100 Дж;
   б) 13400 Дж;
   в) 12000 Дж;
   г) 16800 Дж;
   д) 7980 Дж.

3. Одинаковое ли количество теплоты отдано горячей водой и получено холодной?
   а) $Q_1 = Q_2$;
   б) $Q_1 > Q_2$;
   в) $Q_1 < Q_2$

4. Какого результата можно было ожидать, если учесть потери на нагревании (или охлаждении) сосуда, термометра, воздуха?
   а) $Q_1 = Q_2$;
   б) $Q_1 > Q_2$;
   в) $Q_1 < Q_2$.

Вариант II

При выполнение лабораторной работы по сравнению количеств теплоты при смешивание воды разной температуры были получены следующие результаты: масса холодной воды 0,2 кг, ее температура 40 °С, масса холодной воды 0,2 кг, ее температура 15 °С.

Когда холодную и горячую воду смешали, то температура смеси оказалась равной 27 °С

1. Какое количество теплоты отдано горячей водой (Q_1)?
   а) 17600 Дж;
   б) 12500 Дж;
   в) 8600 Дж;
   г) 16800 Дж;
   д) 10900 Дж.
2. Какое количество теплоты получено холодной водой (Q_2)?
   а) 10100 Дж;
   б) 13400 Дж;
   в) 12000 Дж;
   г) 16800 Дж;
   д) 7980 Дж.
3. Одинаковое ли количество теплоты отдано горячей водой и получено холодной?
   а) $Q_1 = Q_2$;
   б) $Q_1 > Q_2$;
   в) $Q_1 < Q_2$.
4. Какого результата можно было ожидать, если учесть потери на нагревании (или охлаждении) сосуда, термометра, воздуха?
   а) $Q_1 = Q_2$;
   б) $Q_1 > Q_2$;
   в) $Q_1 < Q_2$

Агрегатные состояния вещества

1. В каких агрегатных состояниях может находиться одно и то же вещество?
   а) только в твердом;
   б) только в жидком;
   в) только в газообразном;
   г) только в жидком и газообразном;
   д) в жидком, твердом и газообразном.
2. В процессе плавления энергия топлива расходуется на …
   а) увеличение температуры;
   б) разрушение кристаллической решетки вещества;
   в) выделение количества теплоты нагреваемым телом;
   г) увеличение кинетической энергии тела.

3. В алюминневом стакане можно расплавить …

а) цинк; б) золото;
в) медь; г) чугун;
д) олово; е) железо.

4. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы расплавить кусок льда массой 2 кг, взятый прн температуре плавления?

а) $1{,}7 \cdot 10^5$ Дж; б) $3{,}4 \cdot 10^5$ Дж;
в) $6{,}8 \cdot 10^5$ Дж; г) 6,8 Дж;
д) 4,2 Дж.

5. Алюминиевое, медное и оловянное тела одинаковой массы нагреты так, что каждое находится прн температуре плавления. Какому телу потребуется большее колнчество теплоты для плавления?

а) алюминиевому;
б) оловянному;
в) медному;
г) всем телам достаточно сообщить одинаковое кол-во теплоты.

6. Удельная теплота плавления вещества обозначается буквой …

а) Q; б) C;
в) γ; г) q.

7. В ведре с водой плавает кусок льда. Общая температура воды и льда 0°С. Прн этом …

а) лед будет таять;
б) вода будет замерзать;
в) никаких изменений не произойдет;
г) лед частично будет таять, а вода частично замерзать.

8. Испарением называют явление …

а) переход молекул в пар из любой части жидкости;
б) переход молекул в пар с поверхности жидкости;
в) переход молекул из пара в жидкость;
г) переход молекул в пар с поверхности твердого тела.

9. В три одинаковых стакана в равном количестве налили: ртуть, воду и спирт. Какая жидкость испарится быстрее?

а) ртуть; б) спирт;
в) вода; г) из всех стаканов жидкость испарится одновременно.

10. Какое из утверждений верно:

а) в процессе кипения температура не меняется;
б) в процессе кипения температура увеличивается;
в) в процессе кипения температура жидкости сначала повышается, а потом не меняется;
г) температура кипения и конденсации одинакова;
д) температура кипения всегда больше температуры конденсации;
е) в процессе конденсации температура уменьшается.

11. При полном сгорании сухих дров выделилось 50000 кДж энергии. Определите массу сгоревших дров.

а) 200 кг; б) 0,2 кг;

в) $5 \cdot 10^7$ кг;
г) 5 кг;
д) 5 т.

12. КПД тепловых двигателей примерно составляет …
а) до 20%;
б) 20%–40%;
в) 60%–80%;
г) 98%;
д) 100%;
е) свыше 100%.

Плавление и отвердевание на основе учения о молекулярном строение вещества. Удельная теплота плавления. Выделение энергии при отвердевание вещества

Вариант I

1. Молекулы в кристаллах расположены…
а) в строгом порядке.
б) в беспорядке.

2. Они движутся … силами молекулярного притяжения.
а) хаотически и не удерживаются в определённых местах.
б) около положения равновесия, удерживаясь в определённых местах.
в) около положения равновесия не удерживаясь в определённых местах.

3. При нагревание тел средняя скорость движения молекул …
а) не изменяется.
б) увеличивается.
в) уменьшается.

4. При нагревание тел колебания молекул …
а) не изменяется.
б) увеличивается.
в) уменьшается.

5. …а силы удерживающие их, …
а) не изменяется.
б) увеличивается.
в) уменьшается.

6. Что можно сказать о внутренней энергии воды масса 1 кг при температуре 0 °С и льда массой 1 кг при той же температуре?
а) Внутренняя энергия воды и льда одинаковая.
б) Лед имеет большую внутреннюю энергию.
в) Вода имеет большую внутреннюю энергию.

7. Какая энергия потребуется для того чтобы расплавить свинец массой 1 кг при температуре 327 °С?
а) $0{,}84 \cdot 10^5$ Дж;
б) $0{,}25 \cdot 10^5$ Дж;
в) $5{,}9 \cdot 10^6$ Дж;
г) $3{,}9 \cdot 10^6$ Дж;
д) $2{,}1 \cdot 10^6$ Дж.

8. Алюминиевое, медное и оловянное тела нагреты так, что каждое из них находится при температуре плавления. Какому из них потребуется большее количество теплоты для плавления, если их массы одинаковые?

а) Алюминиевому.

б) Оловянному.

в) Медному.

9. Во время ледохода вблизи реки температура воздуха ..., чем вдали от неё. Это объясняется тем, что энергия ... тающим льдом.

а) выше ... выделяется;

б) ниже ... выделяется;

в) выше ... поглощается;

г) ниже ... поглощается.

Вариант II

1. Когда тело нагревают до температуры плавления, то размах колебаний молекул настолько ...

а) увеличивается;

б) уменьшается.

2. ...что порядок расположения частиц в кристаллах ...

а) нарушается;

б) восстанавливается.

3. Это явление называется процессом ...

а) отвердевания;

б) плавления.

4. Энергия, получаемая кристаллическим веществом, находящимся при температуре плавления, расходуется на ...

а) повышение температуры тела;

б) уменьшение его внутренней энергии.

5. При плавлении кристаллического вещества энергия ...

а) выделяется;

б) поглощается;

в) не изменяется.

6. При температуре плавления внутренняя энергия тела в твердом состоянии ... внутренней энергии в жидком состоянии.

а) больше;

б) меньше;

в) равна.

7. Удельная теплота плавления свинца $0,25 \cdot 10^5$ Дж/кг. Это значит, что для плавления ... энергии.

а) свинца массой 1 кг требуется $0,25 \cdot 10^5$ Дж;

б) свинца массой 1 кг при температуре 327 °С требуется $0,25 \cdot 10^5$ Дж;

в) свинца массой $0,25 \cdot 10^5$ кг при температуре 327 °С требуется 1 Дж.

8. При отвердевании алюминия массой 1 кг при температуре 660 °С выделилось $3,9 \cdot 10^5$ Дж энергии. Какое количество теплоты потребуется для плавления алюминия массой 1 кг при той же температуре?

а) $0,25 \cdot 10^5$ Дж; б) $0,94 \cdot 10^5$ Дж;
в) $0,84 \cdot 10^5$ Дж; г) $0,59 \cdot 10^5$ Дж;
д) $3,9 \cdot 10^5$ Дж.

9. Какую энергию нужно затратить, чтобы расплавить алюминий массой 2 кг, нагретый до температуры плавления? Удельная температура плавления $3,9 \cdot 10^5$ Дж/кг.

а) $1,85 \cdot 10^5$ Дж; *б) $7,8 \cdot 10^5$ Дж;*
в) $6,8 \cdot 10^5$ Дж; г) $2,4 \cdot 10^5$ Дж.

Плавление и отвердевание кристаллических тел

Вариант I

1. Свинец плавится при температуре 327 °С. Что можно сказать о температуре отвердевания свинца?

а) Она равна 327 °С.
б) Она ниже температуры плавления.
в) Она выше температуры плавления.

2. При какой температуре ртуть приобретает кристаллическое строение?

а) 420 °С; *б) –39 °С;*
в) 1300–1500 °С; г) 0 °С;
д) 327 °С.

3. В Земле на глубине 100 км температура около 1000 °С. Какой из метало: цинк, олово или железо – находится там в нерасплавленном состоянии?

а) Цинк.
б) Олово.
в) Железо.

4. Газ, выходящий из сопла реактивного самолета, имеет температуру 500–700 °С. Можно ли сопло изготовлять из алюминия?

а) Можно.
б) Нельзя.

Вариант II

1. При плавлении кристаллического вещества его температура …

а) не изменяется
б) увеличивается
в) уменьшается

2. При какой температуре цинк может быть в твердом и жидком состоянии?

а) 420 °С б) –39 °С
в) 1300–1500 °С г) 0 °С
д) 327 °С.

3. Какой из металлов: цинк, олово или железо – расплавится при температуре плавления меди?

а) Цинк.

б) Олово.

в) Железо.

4. Температура наружной поверхности ракеты во время полета повышается до 1500–2000 °С. Какие металлы пригодны для изготовления наружной обшивки ракет?

а) Сталь. *б) Осмий.*

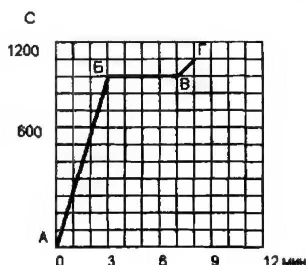
в) Вольфрам. г) Серебро.

д) Медь.

График плавления и отвердения кристаллических тел

Вариант I

На рисунке изображён график нагревания и плавления кристаллического тела.



1. Какая температура была при первом наблюдении?

а) 300 °С; б) 600 °С;

в) 100 °С; *г) 0 °С;*

д) 550 °С.

2. Какой процесс на графике характеризует отрезок АБ?

а) Нагревание. б) Охлаждение.

в) Плавление. д) Отвердевание.

3. Какой процесс на графике характеризует отрезок БВ?

а) Нагревание. б) Охлаждение.

в) Плавление. д) Отвердевание.

4. При какой температуре начался процесс плавления?

а) 50 °С; б) 100 °С;

в) 600 °С; г) 1200 °С;

д) 1000 °С.

5. Какое время тело плавилось?
   а) 8 мин;
   б) 4 мин;
   в) 12 мин;
   г) 16 мин;
   д) 7 мин.

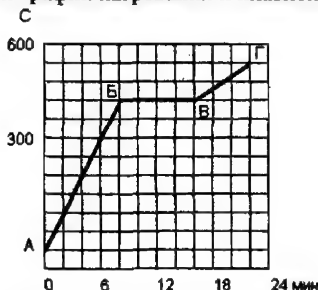
6. Изменялась ли температура тела во время плавления?
   а) Увеличивалась.
   б) Уменьшалась.
   в) Не изменялась.

7. Какой процесс на графике характеризует отрезок ВГ?
   а) Нагревание.
   б) Охлаждение.
   в) Плавление.
   г) Отвердевание.

8. Какую температуру имело тело в момент последнего наблюдения?
   1. 50 °С;
   2. 500 °С;
   3. 550 °С;
   4. 40 °С;
   5. 1100 °С.

Вариант II

На рисунке изображён график нагревания и плавления тела.



1. Какая температура была при первом наблюдении?
   а) 400 °С;
   б) 110 °С;
   в) 100 °С;
   г) 50 °С;
   д) 440 °С.

2. Какой процесс на графике характеризует отрезок АБ?
   а) Нагревание.
   б) Охлаждение.
   в) Плавление.
   г) Отвердевание.

3. Какой процесс на графике характеризует отрезок БВ?
   а) Нагревание.
   б) Охлаждение.
   в) Плавление.
   г) Отвердевание.

4. При какой температуре начался процесс плавления?
   а) 80 °С;
   б) 350 °С;
   в) 320 °С;
   г) 450 °С;
   д) 1000 °С.

5. Какое время тело плавилось?
   а) 8 мин;
   б) 4 мин;
   в) 12 мин;
   г) 16 мин;
   д) 7 мин.

6. Изменялась ли температура тела во время плавления?
   а) Увеличивалась.
   б) Уменьшалась.
   в) Не изменялась.

7. Какой процесс на графике характеризует отрезок ВГ?
   а) Нагревание.
   б) Охлаждение.
   в) Плавление.
   г) Отвердевание.

8. Какую температуру имело тело в момент последнего наблюдения?
   а) 10 °С;
   б) 500 °С;
   в) 550 °С;
   г) 40 °С;
   д) 1100 °С.

Испарение и конденсация. Кипение

Вариант I

1. Испарением называется явление …
   а) переход молекул в пар с поверхности и изнутри жидкости;
   б) переход молекул из жидкости в пар;
   в) переход молекул из пара в жидкость.

2. Испарение происходит …
   а) при температуре кипения;
   б) при любой температуре;
   в) при определённой температуре для каждой жидкости.

3. Если нет притока энергии к жидкости от других тел, то при её испарении температура …
   а) не изменяется;
   б) увеличивается;
   в) уменьшается.

4. Внутренняя энергия при испарении жидкости …
   а) не изменяется;
   б) увеличивается;
   в) уменьшается.

5. В каком агрегатном состоянии будет находиться цинк при температуре кипения ртути и нормальном атмосферном давлении?
   а) в твердом;
   б) в жидком;
   в) в газообразном.

Вариант II

1. Какое явление называется конденсацией?

а) испарение не только с поверхности жидкости, но и изнутри жидкости;

б) переход молекул из жидкости в пар;

в) переход молекул из пара в жидкость.

2. Конденсация пара сопровождается ... энергии.

а) поглощением.

б) выделением.

3. При одной и той же температуре количество теплоты, выделившейся при конденсации ... количества (количеству) теплоты, поглощенной при испарении.

а) больше.

б) меньше.

в) равно.

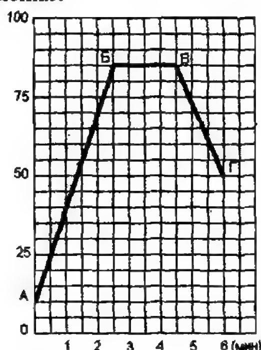
4. В тарелку и стакан налили воду одинаковой массы. Из какого сосуда она испарится быстрее при одинаковых условиях?

а) Из тарелки.

б) Из стакана.

в) Так как количество воды в обоих сосудах одинаковое, то одинаковое и время испарения.

5. На рисунке изображен график нагревания, кипения и охлаждения жидкости. Через какое время от начала наблюдения вода закипела, и какое время продолжался процесс кипения?



а) Закипела через 2 мин, а кипела 4 мин.

б) Закипела через 85 мин, а кипела 6 мин.

в) Закипела через 2,5 мин, кипела 2 мин.

Электризация тел. Строение атома

1. Какой из перечисленных примеров можно отнести к проявлению явления электризации?

а) движение воздушных слоев атмосферы;
б) притяжение одежды к телу при ходьбе;
в) натирание металлического стержня о ткань;
г) притяжение всех тел к Земле;
д) ориентация (поворот) стрелки компаса вблизи проводника с током.

2. При электризации трением оба тела получают заряды …
а) равные по величине и одинаковые по знаку;
б) разные по величине и одинаковые по знаку;
в) равные по величине и противоположные по знаку;
г) разные по величине и противоположные по знаку.

3. Какие из перечисленных веществ можно считать проводниками электрического заряда?
а) эбонит; б) железо;
в) стекло; г) шелк;
д) раствор соли; е) пластмасса.

4. Действие одного наэлектризованного тела передается на другое …
а) через воздух; б) через вакуум;
в) посредством электрического поля; г) любым путем.

5. Электрической силой называют силу, с которой …
а) молекулы воздуха действуют на электрический заряд;
б) электрическое поле действует на электрический заряд;
в) электрический заряд действует на другой электрический заряд;
г) электрический заряд действует на окружающие его тела.

6. Как можно уменьшить отрицательный заряд электрона наполовину?
а) соединить электрон с незаряженной частицей;
б) передать электрону половину положительного заряда;
в) передать электрону половину отрицательного заряда;
г) отделить от электрона половину отрицательного заряда;
д) заряд электрона нельзя ни уменьшить, ни увеличить.

7. На основе строения атома явление электризации тел представляет собой …
а) перемещение электронов, входящих в состав атома, с одного тела на другое;
б) перемещение протонов, входящих в состав атома, с одного тела на другое;
в) перемещение нейронов, входящих в состав атома, с одного тела на другое;
г) образование новых зарядов.

8. В ядре атома алюминия содержится 27 частиц, и вокруг атома движутся 13 электронов. Сколько в ядре атома *протонов и нейтронов*?
а) 14 протонов и 13 нейтронов; б) 13 протонов и 14 нейтронов;
в) только 27 протонов; г) только 27 нейтронов;
д) 13,5 протонов и 13,5 нейтронов.

9. От атома гелия отелился один электрон. Как называется оставшаяся частица?
а) положительный ион; б) отрицательный ион;

в) нейтральный атом; г) протон.

10. Если к заряженному электроскопу, не касаясь его, поднести заряженную палочку того же знака, то …

а) листочки электроскопа разойдутся сильнее, то есть заряд увеличится;
б) листочки электроскопа немного опустятся, то есть заряд уменьшится;
в) листочки электроскопа упадут, то есть заряд исчезнет;
г) сначала листочки электроскопа опустятся, а потом снова разойдутся.

11. Для заряда, переходящего с наэлектризованного на ненаэлектризованное тело при соприкосновении, справедливо утверждение…

а) чем больше масса тела, которому передают заряд, тем большая часть заряда на него перейдет;
б) чем больше масса тела, которому передают заряд, тем меньшая часть заряда на него перейдет;
в) чем больше размер тела, которому передают заряд, тем большая часть заряда на него перейдет;
г) чем больше размер тела, которому передают заряд, тем меньшая часть заряда на него перейдет.

Электрический ток

1. Какие частицы являются носителями электрического тока в металлических проводниках?

а) положительные ионы;
б) отрицательные ионы;
в) положительные и отрицательные ионы и электроны;
г) только свободные электроны.

2. Какое действие электрического тока используется для получения чистых металлов?

а) тепловое; б) химическое;
в) магнитное; г) механическое.

3. В каком из указанных источников тока происходит превращение тепловой энергии в электрическую?

а) гальванический элемент; б) электрофорная машина;
в) аккумулятор; г) термоэлемент;
д) фотоэлемент.

4. По какой из указанных формул можно рассчитать силу тока?

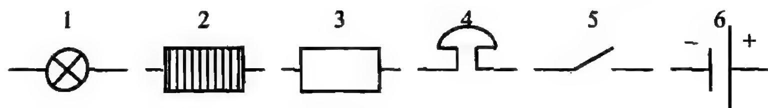
а) $I = \frac{q}{t}$; б) $I = \frac{t}{q}$;
в) $I = qt$; г) $I = UR$.

5. Напряжение на концах проводниках 60 В. Это означает, что при …

а) перемещении электрического заряда в 1 Кл совершается работа 60 Дж;
б) перемещении электрического заряда в 60 Кл совершается работа 60 Дж;
в) перемещении электрического заряда в 60 Кл совершается работа 1 Дж;

г) перемещении любого электрического заряда по проводнику совершается работа 60 Дж.

6. На каком из рисунков дано обозначение электрической лампы?



а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 6; ж) 1 и 4.

7. Закон Ома для участка гласит:

а) сила тока в участке цепи прямо пропорциональна сопротивлению проводника, обратно пропорциональна напряжению на его концах;

б) сопротивление данного проводника не зависит ни от напряжения, ни от силы тока;

в) сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах этого проводника и обратно пропорциональна его сопротивлению;

г) сила тока в участке цепи прямо пропорциональна величине электрического заряда, прошедшего через проводник за единицу времени.

8. Сопротивление металлического проводника зависит …

а) только от его длины;

б) только от площади его поперечного сечения;

в) только от вещества, из которого изготовлен проводник;

г) от всех параметров, перечисленных в пунктах а)–в).

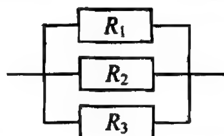
9. От атома гелия отелился один электрон. Как называется оставшаяся частица?

а) положительный ион; б) отрицательный ион;
в) нейтральный атом; г) протон.

10. Единицей измерения удельного сопротивления проводника является …

а) $\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{мм}^2}$; б) $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$;
в) Ом · м^2; г) Ом.

11. Пользуясь схемой, изображенной на рисунке, определите, на каком резисторе напряжение будет наибольшим?



а) на первом резисторе;

б) на втором резисторе;

в) на третьем резисторе;

г) на всех резисторах одинаково.

12. Кусок проволоки сопротивлением 10 Ом разрезали пополам и соединили параллельно. При этом сопротивление соединенной проволоки …

а) 2,5 Ом; б) 5 Ом; в) 10 Ом;
г) 20 Ом; д) 40 Ом.

Работа и мощность тока

1. Работа электрического тока на участке цепи равна …
   а) произведению напряжения на концах этого участка цепи на силу тока в проводнике;
   б) произведению напряжения на концах этого участка цепи на силу тока и на время, в течение которого совершилась работа;
   в) отношению величины заряда ко времени его прохождения через проводник;
   г) отношению напряжения на концах проводника к величине заряда, прошедшего по проводнику;
   д) отношению напряжения на концах проводника к силе тока в проводнике.

2. Работу электрического тока измеряют …
   а) амперметром; б) вольтметром;
   в) секундомером; г) электросчетчиком;
   д) аккумулятором; е) резистором.

3. Электрическая лампа за 10 мин расходует 36 кДж энергии. Вычислите напряжение на лампе, если сила тока в ней 0,5 А.
   а) 220 В; б) 127 В;
   в) 7,2 В; г) 180 В;
   д) 120 В.

4. По какой из указанных формул можно рассчитать мощность тока?
   а) $I = \frac{U}{R}$; б) $R = r\frac{L}{S}$;
   в) $A = UIt$; г) $p = UI$;
   д) $Q = I^2Rt$.

5. Единицей измерения мощности является …
   а) Вт; б) Дж;
   в) Н; г) Кл;
   д) Па; е) Вт·ч.

6. Какой мощностью обладает электрообогреватель, если его сопротивление 48 Ом, а сила тока в нем 5 А?
   а) 1,2 кВт; б) 1200 кВт;
   в) 240 кВт; г) 9,6 кВт;
   д) 2,4 кВт.

7. Когда удобнее применять закон Джоуля–Ленца, записанного в форме

$$Q = \frac{U^2}{R}t?$$

   а) при последовательном соединении;
   б) при параллельном соединении;
   в) при любом соединении;
   г) при смешанном соединении.

8. Какой металл используют для изготовления спиралей в лампах?
   а) медь; б) сталь;

в) алюминий;
г) вольфрам;
д) свинец.

9. Что служит причиной значительного увеличения силы тока в цепи?
а) уменьшение числа потребителей тока;
б) увеличение числа потребителей тока;
в) уменьшение сопротивления в цепи;
г) увеличение сопротивления в цепи.

10. Какой из ученых является первым создателем электрической лампы?
а) Ампер;
б) Ломоносов;
в) Джоуль и Ленц;
г) Ладыгин и Эдисон;
д) Архимед;
е) Ньютон;
ж) Иоффе и Милликен.

11. Для чего служит плавкий предохранитель, включенный в цепь?
а) уменьшить силу тока в цепи;
б) увеличить сопротивление цепи;
в) уменьшить сопротивление цепи;
г) сразу отключить линию, еслн сила тока вдруг окажется больше допустимой нормы;
д) для включения системы противопожарной безопасности.

Электромагнитные явления

1. Ученый, исследовавший взаимодействие проводников с током…
а) Эрстед;
б) Ампер;
в) Фарадей;
г) Ньютон;
д) Кулон;
е) Резерфорд.

2. При изменении тока в проводнике магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника, …
а) будет находиться в безразличном состоянии;
б) повернется на 180°;
в) повернется на 90°;
г) будет вращаться вокруг своей оси;
д) будет колебаться.

3. Как располагаются железные опилки в магнитном поле прямого проводника с током?
а) беспорядочно;
б) по прямым линиям вдоль проводника;
в) по концентрическим окружностям, охватывающим проводник;
г) по концентрическим окружностям, расположенным вблизи проводника с током.

4. Каким способом можно изменить магнитное поле катушки?
а) изменить число витков катушки;
б) вводя в катушку сердечник, изготовленный из алюминия или меди;
в) изменяя силу тока в катушке;

г) воздействовать на катушку тепловым излучением.

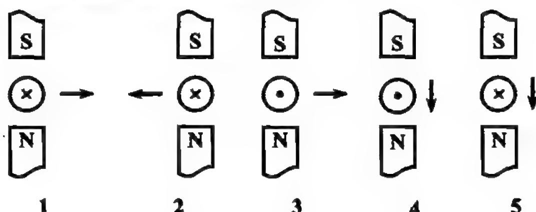
5. Тела, длительное время сохраняющие намагниченность, называются …
   а) электромагнитом; б) магнитом;
   в) источником тока; г) электродвигателем.

6. Какие вещества слабо притягиваются магнитом?
   а) чугун; б) сталь;
   в) стекло; г) никель;
   д) кобальт; е) железо.

7. Какое из утверждений верно?
   а) разноименные магнитные полюса отталкиваются, а одноименные притягиваются;
   б) одноименные магнитные полюса отталкиваются, а разноименные притягиваются;
   в) все магнитные линии выходят из южного полюса магнита и входят в северный, замыкаясь внутри магнита;
   г) все магнитные линии выходят из северного полюса магнита и входят в южный, замыкаясь внутри магнита;
   д) все магнитные линии выходят из южного полюса магнита и уходят в бесконечность.

8. Магнитная аномалия представляет собой области, в которых наблюдается …
   а) размагничивание стрелки компаса вследствие сильного нагрева;
   б) свечение нижних слоев атмосферы в результате захвата магнитным полем Земли частиц, выбрасываемых Солнцем в момент сильных солнечных вспышек;
   в) постоянное отклонение магнитной стрелкн от направления магнитных линий Земли;
   г) возникновение сильных магнитных полей, приводящих к образованию магнитных бурь.

9. На каком из рисунков правильно изображено направленне тока в проводнике, находящемся в магнитном поле?



   а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5; е) 1 и 3.

10. КПД электродвигателей достигает …
   а) 30%; б) 40%;
   в) 50%; г) 80%;
   д) 98%; е) свыше 100%.

Электромагнитное поле. Электромагниты. Постоянные магниты. Магнитное поле Земли

Вариант I

1. Когда электрические заряды находятся в покое, то вокруг них обнаруживается …

а) электрическое поле;

б) магнитное поле;

в) электрическое и магнитное поля.

2. Как располагаются железные опилки в магнитном поле прямого тока?

а) Беспорядочно.

б) По прямым линиям вдоль проводника.

в) По замкнутым кривым, охватывающим проводник.

3. Какие металлы сильно притягиваются магнитом?

а) Чугун.

б) Никель.

в) Кобальт.

г) Сталь.

4. Когда к магнитной стрелке поднесли один из полюсов постоянного магнита, то южный полюс стрелки оттолкнулся. Какой полюс поднесли?

а) Северный.

б) Южный.

5. Стальной магнит ломают пополам. Будут ли обладать магнитными свойствами концы А и В на месте излома магнита?

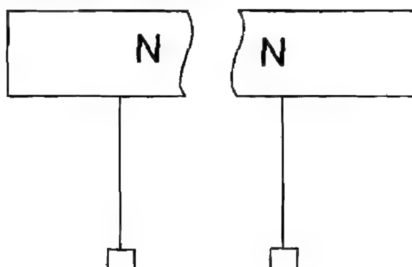


а) Концы А и В магнитными свойствами обладать не будут.

б) Конец А станет северным магнитным полюсом, а В – южным.

в) Конец В станет северным магнитным полюсом, а А – южным.

6. К одноименным полюсам магнита подносят железные булавки. Как расположатся булавки, если их отпустить?

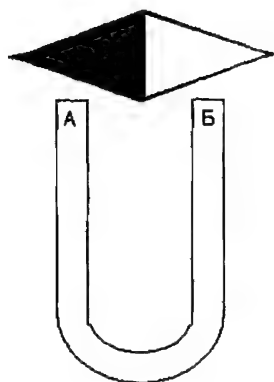


а) Будут висеть отвесно.

б) Головки притянутся друг к другу.

в) Головки оттолкнутся друг от друга.

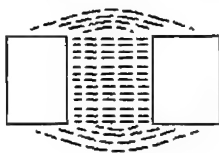
7. Как направлены магнитные линии между полюсами дугообразного магнита?



а) От А к Б.

б) От Б к А.

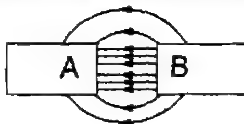
8. Одноименными или разноименными полюсами образован магнитный спектр?



а) одноименными;

б) разноименными.

9. Какие магнитные полюса изображены на рисунке?



а) А – северный, В – южный.

б) А – южный, В северный.

в) А – северный, В – северный.

г) А – южный, В – южный.

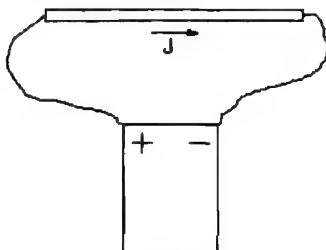
10. Северный магнитный полюс расположен у ... географического полюса, а южный у ...

1. южного ... северного;

2. северного ... южного.

Вариант II

1. К источнику тока с помощью проводов присоединили металлический стержень. Какие поля образуются вокруг стержня, когда в них возникнет ток?



а) Электрическое поле.

б) Магнитное поле.

в) Электрическое и магнитное поля.

2. Что представляют собой магнитные линии магнитного поля тока?

а) Замкнутые кривые, охватывающие проводник.

б) Кривые, расположенные около проводника.

в) Окружности.

3. Какое вещество из перечисленных ниже слабо притягивается магнитом?

а) Бумага.

б) Сталь.

в) Никель.

г) Чугун.

4. Разноименные магнитные полюса ..., а одноименные – ...

а) притягиваться ... отталкиваться;

б) отталкиваться ... притягиваться.

5. Лезвие бритвы (концом А) прикоснулись к северному полюсу магнита. Будут ли обладать после этого магнитными свойствами концы лезвия?



а) Не будет.

б) Конец А станет северным магнитным полюсом, а В – южным.

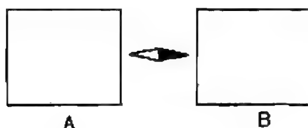
в) Конец В станет северным магнитным полюсом, а А – южным.

6. Магнит, подвешенный на нити, устанавливается в направление север – юг. Каким полюсом повернется магнит к северному магнитному полюсу Земли?

а) Северным.

б) Южным.

7. Как направлены магнитные линии между полюсами магнита, изображенного на рисунке?



а) От А к В.

б) От В к А.

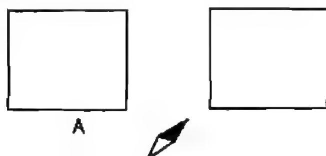
8. К концу стального стержня притягиваются северный и южный полюсы магнитной стрелки. Намагничен ли стержень?

а) Намагничен, иначе стрелка не притянулась бы.

б) Определенно сказать нельзя.

в) Стержень не намагничен. К намагниченному стержню притягивался бы только один полюс.

9. У магнитных полюсов расположена магнитная стрелка. Какой из этих полюсов северный и какой южный?



а) А – северный, В – южный.

б) А – северный, В – северный.

в) А – южный, В – южный.

г) А – южный, В – северный.

10. Все стальные и железные предметы намагничиваются в магнитном поле Земли. Какие магнитные полюсы имеет кожух стальной печи в верхней и нижней части в северном полушарии Земли?

а) Сверху – северный, внизу – южный.

б) Сверху – южный, внизу – северный.

в) Сверху и снизу – южные полюсы.

г) Сверху и снизу – северные полюсы.

Световые явления

1. Какое из перечисленных ниже явлений относится к световым?

а) плавление металла; б) ржавление металла;
в) солнечное затмение; г) взаимодействие молекул.

2. К формулировке какого закона относится утверждение: «свет в прозрачной среде распространяется прямолинейно»?

а) закон отражения света;
б) закон преломления света;
в) закон распространения света;
г) закон поглощения света.

3. В какой среде свет распространяется с большей скоростью?

а) в воздухе;
б) в воде;
в) в вакууме;
г) скорость света во всех средах одинаковая.

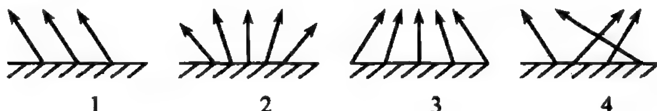
4. Какое из утверждений относится к законам отражения света?

а) угол отражения равен углу падения;
б) угол отражения больше угла падения;
в) угол отражения меньше угла падения;
г) лучи падающий и отраженный взаимообратимы.

5. Как изменится угол между падающим лучом на плоское зеркало и отраженным от него лучом при увеличении угла падения на 10°С?

а) не изменится; б) увеличится на 5°;
в) увеличится на 10°; г) увеличится на 20°.

6. На каком из рисунков представлен ход отраженных лучей от зеркальной поверхности?



а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 2 и 3.

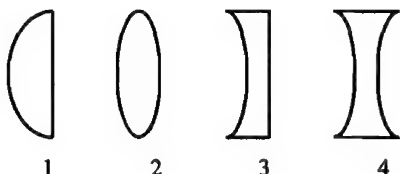
7. Перед вертикально поставленным плоским зеркалом на расстоянии 1 м стоит человек. Чему равно расстояние между человеком и его изображением в зеркале?

а) 0,5 м; б) 2 м;
в) 1 м; г) 4 м;
д) определить невозможно.

8. Изменение направления распространения света при его прохождении через границу раздела двух сред называется …

а) преломлением света;
б) отражением света;
в) распространением света;
г) поглощением света.

9. На рисунке представлены сечения четырех линз. Какая из них является собирающей?



а) только 1;
б) только 2;
в) только 3;
г) только 1 и 2;
д) все указанные линзы являются собирающими;
е) ни одна из указанных линз не является собирающей.

10. Оптическая сила линзы – физическая величина, которая …
а) прямо пропорциональна фокусному расстоянию линзы;
б) обратно пропорциональна фокусному расстоянию линзы;
в) равна фокусному расстоянию линзы;
г) равна двойному фокусному расстоянию линзы.

11. Какой оптический прибор обычно дает действительное уменьшенное изображение?
а) кинопроектор;
б) бинокль;
в) микроскоп;
г) телескоп;
д) фотоаппарат.

12. Какую линзу можно применять при дальнозоркости?
а) собирающую линзу;
б) рассеивающую линзу;
в) любую линзу.

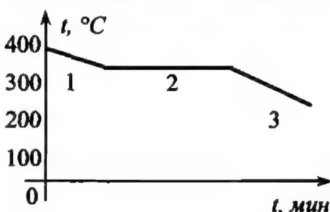
Итоговый тест (курс А. В. Перышкина)

1. Стержень с одной стороны нагревают пламенем свечи. Выберите правильное утверждение:
а) чем длиннее стержень, тем быстрее он весь нагреется;
б) теплопередача вдоль стрежня происходит вследствие излучения;
в) теплопередача вдоль стержня происходит вследствие конвекции;
г) металлический стержень нагреется быстрее, чем деревянный с такими же размерами.

2. Выберите правильное утверждение, касающееся использования человеком внутренней энергии топлива:
а) при сгорании топлива расходуется атмосферный кислород;
б) природный газ – это единственное топливо, которое использует человек;
в) при сгорании топлива в окружающую среду выбрасывается кислород;

г) внутренняя энергия продуктов сгорания топлива больше, чем внутренняя энергия самого топлива.

3. На рисунке приведен график зависимости от времени температуры металла после выключения плавильной печи. Отметьте правильные утверждения:



а) участок 2 соответствует остыванию твердого металла;
б) участок 1 соответствует остыванию жидкого металла;
в) на участке 3 у металла существует кристаллическая решетка;
г) металл может быть свинцом.

4. В жестянку налили 200 г воды при температуре 20° С и поставили на спиртовку. В момент закипания в жестянке оказалось 190 г воды. Отметьте правильные утверждения:

а) воде передано более 85 кДж теплоты;
б) воде передано менее 100 кДж теплоты;
в) в спиртовке огорело менее 3 г спирта;
г) часть воды испарилась.

5. Выберите правильное утверждение относительно работы паровой турбины:

а) самые мощные паровые турбины применяют на тепловых электростанциях;
б) паровые турбины используют на автомобилях;
в) на электростанциях паровые турбины непосредственно вырабатывают электроэнергию;
г) паровые турбины используют на самолетах.

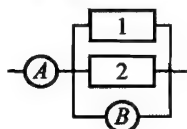
6. В атоме кремния 14 электронов. Отметьте верные утверждения:

а) в ядре атома кремния 14 протонов;
б) в ядре атома кремния 14 частиц;
в) масса положительного иона кремния больше массы атома кремния;
г) в положительном ионе кремиия меньше 14 электронов.

7. Между двумя заряженными горизонтальными пластинками неподвижно «висит» заряженная капля воды. Отметьте, какие из следующих утверждений правильные:

а) в более сильном электрическом поле капля двигалась бы вниз;
б) капля заряжена отрицательно;
в) в более сильном электрическом поле капля двигалась бы вверх;
г) капля заряжена положительно.

8. В участке цепи (см. рисунок) амперметр показывает 1,5 А, а вольтметр показывает 6 В. Отметьте верные утверждения:



а) напряжение на обоих резисторах одинаково;
б) сила тока во втором резисторе равна 1,5 А;
в) общая сила тока в первом и втором резисторах равна 1,5 А;
г) общее электрическое сопротивление участка цепи равно 9 Ом.

9. Луч света падает из воздуха на поверхность спокойной воды. Угол падения луча равен 45°, показатель преломления воды 1,33. Отметьте, какие из следующих четырех утверждений правильные, а какие – неправильные:

а) угол преломления луча в воде больше 35°;
б) весь падающий свет проходит в воду;
в) угол преломления луча в воде больше угла падения;
г) угол преломления луча в воде меньше 30°.

Кинематика

1. Велосипедист, двигаясь равномерно, проезжает 20 м за 2 с. Определите, какой путь он проедет при движении с той же скоростью за 10 с.

а) 60 м; б) 100 м;
в) 150 м; г) 40 м.

2. Катер плывет против течения реки. Какова скорость катера относительно берега, если скорость катера относительно воды 4 м/с, а скорость течения реки 3 м/с?

а) 7 м/с; б) 5 м/с;
в) 1 м/с; г) 3 м/с.

3. Поезд прошел первые 40 км со скоростью 80 км/ч, а следующие 50 км – со скоростью 100 км/ч. Определите среднюю скорость поезда на всем пути.

а) 95 км/ч; б) 85 км/ч; в) 90 км/ч.

4. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Чему равно ускорение поезда при торможении?

а) 1,5 м/с^2; б) 0,5 м/с^2;
в) 0,25 м/с^2; г) 1 м/с^2.

5. После старта гоночный автомобиль достиг скорости 360 км/ч за 25 с. Какое расстояние он прошел за это время?

а) 1500 м; б) 500 м;
в) 1250 м; г) 1000 м.

6. Автомобиль движется на повороте по круговой траектории радиусом 50 м с постоянной по модулю скоростью 10 м/с. Чему равно центростремительное ускорение автомобиля?

а) 1 м/с^2; б) 2 м/с^2;
в) 5 м/с^2; г) 0 м/с^2.

7. Трамвайный вагон движется по закруглению радиусом 50 м. Определите скорость трамвая, если центростремительное ускорение равно 0,5 м/с^2.

а) 10 м/с; б) 25 м/с;
в) 5 м/с; г) 15 м/с.

8. Сравните центростремительные ускорения двух тел, которые движутся с одинаковыми скоростями по окружностям с радиусами $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$.

а) $a_1 = 2a_2$; б) $a_1 = a_2/2$;
в) $a_1 = a_2$; г) $a_1 = 4a_2$.

9. Скорость крайних точек точильного круга радиусом 10 см равна 60 м/с. Чему равно их центростремительное ускорение?

а) 6 м/с^2; б) 360 м/с^2;
в) 3600 м/с^2; г) 36000 м/с^2.

Динамика

1. Равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна нулю. Движется это тело или находится в состоянии покоя?

а) тело обязательно находится в состоянии покоя;

б) тело движется равномерно и прямолинейно или находится в состоянии покоя;

в) тело обязательно движется равномерно и прямолинейно;

г) тело движется равноускоренно.

2. Как будет двигаться тело массой 3 кг под действием постоянной силы 6 Н?

а) равномерно, со скоростью 2 м/с;

б) равномерно, со скоростью 0,5 м/с;

в) равноускоренно, с ускорением 2 м/с^2;

г) равноускоренно, с ускорением 0,5 м/с^2.

3. Лошадь тянет телегу. Сравните модули силы F_1 действия лошади на телегу и F_2 действия телеги на лошадь при равномерном движении телеги.

а) $F_1 = F_2$; б) $F_1 > F_2$;
в) $F_1 < F_2$; г) $F_1 >> F_2$.

4. Какое выражения определяет импульс тела?

а) ma; б) mv;
в) Ft; г) $mv^2/2$.

4. Чему равно изменение импульса тела, если на него подействовала сила 15 Н в течение 5 с?

а) 3 кг·м/с; б) 5 кг·м/с;
в) 15 г·м/с; г) 75 кг·м/с.

5. Тележка массой 2 кг, движущаяся со скоростью 3 м/с, сталкивается с неподвижной тележкой массой 4 кг и сцепляется с ней. Чему равна скорость обеих тележек после взаимодействия?

а) 0,5 м/с; б) 1 м/с;
в) 1,5 м/с; г) 3 м/с.

6. При выстреле из пистолета вылетает пуля массой m со скоростью v. Какую по модулю скорость приобретает после выстрела пистолет, если его масса в 100 раз больше массы пули?

а) 0; б) $v/100$;
в) v; г) $100v$.

7. Как называется единица работы в СИ?

а) Ньютон; б) Ватт;
в) Джоуль; г) Килограмм.

8. Тело массой 1 кг силой 30 Н поднимается на высоту 5 м. Чему равна работа этой силы?

а) 0; б) 50 Дж;
в) 100 Дж; г) 150 Дж.

9. Какое выражение определяет потенциальную энергию пружины?

а) $\frac{mv^2}{2}$; б) mv;
в) mgh; г) $\frac{kx^2}{2}$.

10. Как изменится кинетическая энергия тела при увеличении его скорости в 3 раза?

а) не изменится; б) увеличится в 9 раз;
в) увеличится в 3 раза; г) увеличится в 27 раз.

11. Всегда ли выполняются законы сохранения импульса и энергии в замкнутых системах тел? Системы отсчета считать инерциальными.

а) всегда;
б) никогда;
в) закон сохранения импульса выполняется, закон сохранения энергии может не выполняться;
г) закон сохранения энергии выполняется, закон сохранения импульса может не выполняться.

Колебания и волны

1. Период свободных колебаний нитяного маятника зависит от ...

а) массы груза;
б) частоты колебаний;
в) длины его нити.

2. Период свободных колебаний нитяного маятника равен 5 *с*. Чему равна его частота?

а) 0,2 Гц; б) 20 Гц; в) 5 Гц.

3. Какое перемещение совершает груз, колеблющийся на нити, за один период?

а) перемещение, равное амплитуде колебаний;
б) перемещение, равное нулю;
в) перемещение, равное двум амплитудам колебаний.

4. Как изменится период колебания математического маятника при увеличении амплитуды его колебаний в 2 раза?

а) увеличится в 2 раза;
б) уменьшится в 2 раза;
в) не изменится.

5. Как относятся длины математических маятников, если за одно и то же время первый из них совершает 20 колебаний, а второй 10 колебаний?
а) 2 : 1; б) 4 : 1; в) 1 : 4.

6. Какие из приведенных ниже волн являются упругими?
а) звуковые;
б) электромагнитные;
в) волны на поверхности жидкости.

7. Поперечные механические волны являются волнами …
а) сжатия и разрежения;
б) изгиба;
в) сдвига.

8. Упругие продольные волны могут распространяться …
а) только в твердых телах;
б) в любой среде;
в) только в газах.

9. Ультразвуковыми называются колебания, частота которых …
а) менее 20 Гц;
б) от 20 до 20000 Гц;
в) превышает 20000 Гц.

10. Высота звука зависит от …
а) амплитуды колебаний;
б) частоты колебаний;
в) скорости звука.

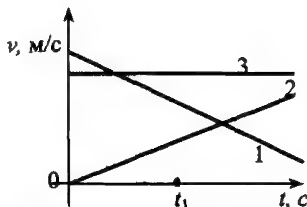
11. Рассчитайте глубину моря, если промежуток времени между отправлением и приемом сигнала эхолота 2 с. Скорость звука в воде 1500 м/с.
а) 3 км; б) 1,5 км; в) 2 км.

Итоговый тест (курс С. В. Громова)

1. Какая единица длины принята в Международной системе?
а) 1 мм; б) 1 м;
в) 1 см; г) 1 км.

2. Какие из перечисленных ниже величин скалярные: скорость; путь; время.
а) только путь; б) только время;
в) только скорость; г) только скорость и время.

3. Какое из трех тел за время t_1 прошло больший путь?
а) тело 1; б) тело 2;
в) тело 3; г) тела 1 и 3.



4. Тело движется по окружности радиуса 2 м со скоростью 36 км/ч. Определите центростремительное ускорение.
а) 18 м/с^2; б) 5 м/с^2;
в) 36 м/с^2; г) 50 м/с^2.

5. За 2 минуты тело совершило 240 полных

оборотов. Какова частота обращения?

а) 0,5 об/с; б) 2 об/с;
в) 4 об/с; г) 1 об/с.

6. Скорость автомобиля увеличилась в два раза, а масса уменьшилась в 4 раза. Как изменился импульс тела?

а) увеличился в 2 раза; б) уменьшился в 4 раза;
в) не изменился; г) уменьшился в 2 раза.

7. Шар массой 2 кг отпустили с высоты 10 м. Чему равна кинетическая энергия на высоте 5 м от земли?

а) 50 Дж; б) 100 Дж;
в) 200 Дж; г) 150 Дж.

8. За 30 с тело совершило 60 полных колебаний. Чему равна частота колебаний?

а) 2 Гц; б) 1 Гц;
в) 4 Гц; г) 0,5 Гц.

9. Волна за 4 с проходит расстояние 800 м. Определите длину волны, если частота колебаний в волне равна 400 Гц.

а) 2 м; б) 4 м;
в) 1 м; г) 0,5 м.

10. Как изменяется температура жидкости от начала кипения до полного ее выкипания?

а) повышается;
б) понижается;
в) остается постоянной;
г) у одних жидкостей повышается, а у других понижается.

11. Как меняется внутренняя энергия вещества при переходе из жидкого состояния в газообразное при постоянной температуре?

а) в зависимости от внешних условий может увеличиваться или уменьшаться;
б) не изменяется;
в) увеличивается;
г) уменьшается.

12. В двух сосудах находится вода: в одном обыкновенная, а в другом дистиллированная. Массы воды в сосудах одинаковы. Какая вода вскипит быстрее, если сосуды нагревать на одинаковых горелках?

а) одновременно; б) обыкновенная вода;
в) дистиллированная вода; г) зависит от внешних условий.

13. КПД тепловой машины 30%. Какое количество теплоты получила машина, если она совершила работу 3000 Дж.

а) 5000 Дж; б) 2000 Дж;
в) 8000 Дж; г) 10000 Дж.

14. При сгорании топлива массой 100 г 10 кг воды нагрелось на 80 °С. Определите удельную теплоту сгорания.

а) 20 МДж/кг; б) 33,6 МДж/кг;
в) 33,6 кДж/кг; г) 40 МДж/кг.

15. Два шара из свинца и меди нагрели до одинаковой температуры. Какой из шаров при охлаждении до 0 °С отдаст большее количество теплоты в окружающую среду? Массы шаров одинаковы.

а) медный; б) свинцовый;
в) оба одинаково; г) в зависимости от свойств среды.

ОТВЕТЫ К ТЕСТАМ

Кинематика

1	2	3	4	5	6	7	8	9
б	в	в	в	в	б	в	б	а

Динамика

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
б	в	а	б	г	б	б	в	г	в	б	в

Колебания и волны

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
в	а	б	в	в	а	в	б	в	б	б

Тепловые явления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
б	а	в	а	а	г	б	а	в	в	а	д

Агрегатные состояния вещества

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
д	б	а, д	в	а	г	в	б	б	а	г	б

Электризация тел. Строение атома

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
в	в	д, б	в	б	д	а	б	а	а	в

Электрический ток

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
г	б	г	а	а	а	в	г	а	г	г	б

Работа и мощность тока

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
б	г	д	в	а	а	б	г	б	г	г

Электромагнитные явления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
б	б	в	а, в	б	г, д	б, г	в	е	д

Световые явления

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
в	в	в	а	г	а	б	а	г	б	а	б

Итоговый тест (курс С. В. Громова)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
б	в	в	г	б	в	б	а	г	в	в	б	г	б	а

Итоговый тест (курс А. В. Перышкина)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
г	а	б, в	г	а	а	б, в	а, б	-

Литература

1. *Генденштейн Л. Э., Гельфгат И. М., Кирик Л. А.* Задачи по физике: 8 класс. – М.: Илекса, 2002.

2. *Громов С. В.* Физика: Учебник для 8 кл. общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение.

3. *Кирик Л. А.* Физика-8. Методические материалы. – М.: Илекса, 2003.

4. *Кирик Л. А.* Физика-8. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. – М.: Илекса, 2003.

5. *Кирик Л. А.* Физика-9. Разноуровневые самостоятельные и контрольные работы. – М.: Илекса, 2003.

6. *Курочкина Г. Л.* Физика. Тесты: 8 класс – М.: «Издат-Школа XXI век», 2003.

7. *Лукашик В. И., Ивановой Е. В.* Сборник задач по физике для 7–9 классов общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение.

8. *Перышкин А. В.* Физика: 8 кл.: Учебник для общеобразовательных учеб. заведений. – М.: Дрофа.

9. *Федоскина Н. С.* Подробный разбор заданий из сборника задач по физике для 7–9 классов авторов Лукашик В. И., Иванова Е. В. Учебное пособие. – М.: Вако, 2003.

10. *Шевцов В. А.* Физика: 8 класс: Поурочные планы. – Волгоград: Учитель, 2003.

Оглавление